# Beiträge zur Kenntnis des Nerven- und Blutgefäßsystems

von

## Lanceola, Vibilia, Rhabdosoma und Oxycephalus

---

## Inaugural-Dissertation

zur

## Erlangung der Doktorwürde

der

hohen Philosophischen Fakultät der Universität Leipzig

vorgelegt von

**Hermann Schmalz**
aus Dresden

Mit 71 Figuren im Text

Druck von Anton Kämpfe in Jena
1914

# Beiträge zur Kenntnis des Nerven- und Blutgefäßsystems

von

## Lanceola, Vibilia, Rhabdosoma und Oxycephalus

---

## Inaugural-Dissertation

zur

## Erlangung der Doktorwürde

der

hohen Philosophischen Fakultät der Universität Leipzig

vorgelegt von

**Hermann Schmalz**
aus Dresden

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

Mit 71 Figuren im Text

Druck von Anton Kämpfe in Jena
1914

Angenommen von der III. Sektion auf Grund der Gutachten der Herren Chun und Pfeffer.

Leipzig, den 22. Mai 1913.

Der Procancellar
**Le Blanc.**

Abdruck aus der „Jenaischen Zeitschrift", Bd. LII, Heft 2. 1914.

Meinen lieben Eltern

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547026_0083

# Inhaltsverzeichnis.


Seite

I. Vorwort . . . . . 1
II. Material und Untersuchungsmethode . . . . . 1
III. Systematisches . . . . . 2
IV. Körperbau und Organisation . . . . . 5
1. Allgemeines . . . . . 5
2. Vibilia und Lanceola . . . . . 5
3. Rhabdosoma und Oxycephalus . . . . . 7
V. Nervensystem . . . . . 12
A. Gehirn . . . . . 12
1. Allgemeines . . . . . 12
2. Vibilia und Lanceola . . . . . 13
a) Äußere Gestalt und Nerven des Hirns . . . . 13
b) Histologie . . . . . 17
c) Schlundkommissur . . . . . 20
3. Rhabdosoma und Oxycephalus . . . . . 21
a) Äußere Gestalt und Nerven des Hirns . . . . 21
b) Histologie . . . . . 25
c) Schlundkommissur . . . . . 33
B. Bauchganglienkette . . . . . 34
1. Allgemeines . . . . . 34
2. Lanceola . . . . . 35
3. Vibilia . . . . . 40
4. Rhabdosoma . . . . . 44
5. Oxycephalus . . . . . 48
VI. Sinnesorgane . . . . . 51
A. Statische Organe . . . . . 51
1. Allgemeines . . . . . 51
2. Lanceola und Vibilia . . . . . 52
3. Rhabdosoma und Oxycephalus . . . . . 53

Seite

B. Augen . . . . . 55
1. Allgemeines . . . . . 55
2. Lanceola und Vibilia . . . . . 56
3. Rhabdosoma . . . . . 58
4. Oxycephalus . . . . . 60
VII. Blutgefäßsystem . . . . . 62
1. Allgemeines . . . . . 62
2. Vibilia . . . . . 62
3. Rhabdosoma . . . . . 66
4. Oxycephalus . . . . . 68
VIII. Literaturverzeichnis . . . . . 71
IX. Erklärung der Figuren . . . . . 74

# I. Vorwort.

Die vorliegende Arbeit, die einen Beitrag zur Kenntnis des Nerven- und Blutgefäßsystems von Lanceola, Vibilia und der Familie der Oxycephaliden geben soll, wurde auf Veranlassung von Prof. Woltereck zu Weihnachten 1909 im zoologischen Institut der Universität Leipzig begonnen.

Die von mir zu behandelnden Vertreter der Hyperiden und Platysceliden sind zwar schon des öfteren Gegenstand intensiver Untersuchungen gewesen, doch haben sich diese zum weitaus größten Teile auf systematischem Gebiete bewegt, und demgemäß den inneren, anatomischen und histologischen Bau, speziell auch Nerven- und Blutgefäßsystem, nur oberflächlich oder gar nicht berührt. Eine Bearbeitung dieses Gebietes schien daher angebracht und nicht überflüssig zu sein.

Das mir zur Untersuchung dienende Material verdanke ich der Freundlichkeit der Herren Prof. Dr. Chun und Prof. Dr. Woltereck. Es ist mir eine angenehme Ehrenpflicht, meinen hochgeehrten Lehrern für die Überlassung des zum Teil wertvollen Materials und ihre liebenswürdige Unterstützung auch an dieser Stelle ergebenst zu danken. Gleichfalls zu großem Danke verpflichtet fühle ich mich den Herren Dr. Wagler und Dr. Funke für ihr reges Interesse und ihre freundliche Hilfe, deren ich mich während der ganzen Dauer meiner Untersuchungen zu erfreuen hatte.

# II. Material und Untersuchungsmethode.

Das zur Untersuchung dienende Material entstammte teils der „Deutschen Tiefsee-Expedition von 1898/99“, teils der „Deutschen

Südpolar-Expedition von 1903"; der weitaus größere Teil war in 70%igem Alkohol, ein kleinerer Teil in Osmiumsäure und Formol konserviert worden. Ich konnte nicht finden, daß einer dieser Konservierungsmethoden vor der anderen ein bemerkenswerter Vorzug zu geben ist; beide werden mit Erfolg angewendet werden können. Die mit der binokulären Lupe in toto zu untersuchenden Exemplare wurden in Nelkenöl aufgehellt, die zur mikroskopischen Beobachtung bestimmten Individuen in Paraffin mit 60° Schmelzpunkt zu 3, 5 und 10 $\mu$ geschnitten und in Hämatoxylin, Säurekarmin, Orange G, Eosin und nach der bekannten Methode von M. Heidenhain gefärbt. Besonders gute Dienste leistete mir auch die Färbung mit Hämalaun und darauffolgender Differenzierung in 96 Teilen 70%igem Alkohol und 4 Teilen Salzsäure. Ausgeführt wurden die mikroskopischen Untersuchungen mit einem Leitz-Mikroskop mit den Okularen 1, 2, 3, 4 und 6 und den Objektiven 2, 3, 4, 6 und 7; für den feineren histologischen Bau, besonders des Nervensystems, kam als Objektiv $^1/_{12}$ Ölimmersion in Anwendung.

Zur Orientierung sei schließlich noch bemerkt, daß in der folgenden Abhandlung unter Sagittalschnitten solche zu verstehen sind, die in der Längsrichtung des Tieres dorsoventral verstreichen; Frontalschnitte gehen parallel der Stirnfläche des Tieres und Querschnitte führen durch die auf diesen zwei senkrecht stehende Ebene. Aus der Tatsache, daß bei Lanceola und Vibilia Stirnfläche und Rückenlinie einen $R$ bilden, bei den Oxycephaliden dagegen Kopf und Rücken eine fortlaufende Gerade darstellen, resultiert, daß den Frontalschnitten durch den Körper von Lanceola und Vibilia die Vertikalschnitte durch den Körper der Oxycephalus- und Rhabdosomaformen entsprechen et vice versa.

## III. Systematisches.

Im Hinblick auf die so überaus große Anzahl von Forschern, die sich mit der Anatomie und Histologie der Amphipoden beschäftigt hat, kann es nicht Wunder nehmen, daß die Systematik dieser Gruppe des Tierreichs den mannigfaltigsten Änderungen unterworfen gewesen ist. Je nachdem man den Bau der Beine oder die Beschaffenheit der Antennen oder Mundwerkzeuge usw. für das Maßgebende hielt, zählte man eine Familie bald dieser, bald jener Unterordnung zu. So ist es möglich gewesen, daß man

entschieden fernstehende Formen wegen Übereinstimmung in rein nebensächlichen Momenten als nahe Verwandte behandelt hat und umgekehrt. Garbowski [1]) bemerkt dazu sehr richtig: „Ein falsch gewählter Charakter kann in eine Gruppe heterogene Formen zusammenbringen und Formengruppen auflösen, deren phyletischer Zusammenhang sehr ausgeprägt ist."

Im folgenden seien in aller Kürze unter Bezugnahme auf Garbowski [2]) die wichtigten der aufgestellten Systematiken chronologisch aufgeführt.

1840. Milne Edwards:

Fam. Hyperina: 1. Gruppe: Hypérines gammaroides (Vibilia).
2. „ „ ordinaires (Phronima).
3. „ „ anormales (Oxycephalus).

1852. Dana:

Subtribus Hyperidea:

| | | |
|---|---|---|
| 1. Fam. Hyperidae: | 1. Unterfam.: | Vibilinae. |
| | 2. „ | Hyperinae. |
| | 3. „ | Synopinae. |
| 2. Fam. Phronimidae: | 1. „ | Phroniminae. |
| | 2. „ | Phrosininae. |
| | 3. „ | Phorcinae. |
| 3. Fam. Typhidae: | 1. „ | Typhinae. |
| | 2. „ | Pronoinae. |
| | 3. „ | Oxycephalinae. |

1879. Claus (unter Zugrundelegung der Syst. von Milne Edwards):

Pladysceliden (Hypérines anormales; zusammengelegte Antennen):

1. Fam. Typhidae.
2. „ Scelidae.
3. „ Pronidae.
4. „ Lyceidae.
5. „ Oxycephalidae.

---

1) „Phyletische Deutung der Lithobiusformen." Zool. Jahrbuch v. Spengel, Bd. IX, Jena 1896.

2) „Hyperienartige Amphipoden des Mittelmeeres." Berichte der Komm. für Tiefseeforschung XX. Zool. Ergebn. IX. S. M. S. „Pola" 90/94. Wien 1896.

Hyperinen (H. gammaroides und H. ordinaires; normale Antennen):

1. Fam. Vibilidae.
2. „ Hyperidae.
3. „ Phronimidae.

1890. Bovallius:

Amphipoda hyperiidea:

1. Subtribus: Hyperiidea recticornia (Vibilia).
2. „ „ filicornia (Phronima).
3. „ „ curvicornia (Oxycephalus).

1891. Chun:

Amphipoda:

1. Unterordnung: Caprellideae.
2. „ Crevettina.
3. „ Synopidea.
4. „ Gammaroidea (Lanceola, Vibilia).
5. „ Hyperina: 1. Hyperidae. 2. Phronimidae. 3. Platyscelidae.

1896. Garbowski:

1. Unterordnung: Gammaroidea.
2. „ Subhyperiidea.
3. „ Scinidea.
4. „ Vibilidea.
5. „ Tyronidae.
6. „ Hyperiidea.

1909. Woltereck:

1. Unterordnung: Hyperiidea.
2. „ Hyperiidea gammaroidea:
   Tribus I: Primitiva.
   Subtribus 1. Completa.
   Fam. Lanceoliden usw.
   Subtribus 2. Incompleta.
   Fam. Eumimonectidae usw.
   Tribus II: Derivata.
   Fam. Scinidae.
   „ Vibilidae.
3. „ Gammaridea.

# IV. Körperbau und Organisation.

## 1. Allgemeines.

Wer sich je eingehend mit den Hyperiiden beschäftigt hat, dem muß die erstaunliche Vielseitigkeit im Bauplan dieser Gruppe der Amphipoden aufgefallen sein, die „wie keine andere Tiergruppe den formenbildenden Einfluß rein pelagischen Lebens erkennen läßt". Zwischen den beiden Extremen, Thaumatops und Mimonectes mit ihrer Hohlkugelform einerseits und den stabförmigen Oxycephaliden andererseits, finden wir Übergangsstadien in Formen wie zum Beispiel Phronima, Vibilia und Lanceola. Während die Literatur über Phronima, die wegen ihrer zarten und durchsichtigen Körperbildung eines der ausgezeichnetsten Beobachtungsobjekte der Amphipoden darstellt, eine recht umfangreiche ist — es sei nur an die Werke von Chun, Forskål, Latreille, Milne Edwards und besonders Claus erinnert — finden sich über die vier von mir zu behandelnden Arten: Vibilia, Lanceola, Rhabdosoma und Oxycephalus nur spärliche Bemerkungen. Obwohl sich die Systematiker zum Teil sehr eingehend mit den äußeren morphologischen Verhältnissen der Hyperiidea gammaroidea beschäftigt haben, so gibt es doch zum Beispiel über Vibilia und Lanceola, außer Wolterecks Bemerkungen über die Augen von Lanceola und Funkes Untersuchungen über die Anatomie und physiologische Bedeutung der Darmabschnitte bei Vibilia und Lanceola, meines Wissens keine Arbeiten weiter, die die innere Anatomie dieser beiden Hyperiden zum Gegenstand hätten.

## 2. Vibilia und Lanceola.

Als eine der ältesten Notizen über Vibilia finden wir in Milne Edwards trefflichem Werke: „Histoire naturelle des Crustacés" vom Jahre 1840 die Bemerkung: „corps comprimé, tête petite; pates-mâchoires présentant des tiges palpiformes rudimentaires. Antennes supérieures obtuses: Vibilie."

Bovallius[1]) charakterisiert Vibilia folgendermaßen: „Head small, almost quadrangular. Eyes small, ovate or beaushaped. First dair of pereiopoda (gnathopods) simple, not chelate, second

1) Thomson and Murray: „Report on the Scientific Results of the Exploring Voyage of H. M. S ‚Challenger' 1873/76." „Amphipoda." Zoology, Vol. XXIX, 1, 2.

pair with a more or less produced carpal process. Femur of seventh pair (first joint of fifth pereiopods) shorter (than) or as long as the following joints together. Telson broad, well developed."

Besonders auffallend ist bei Vibilia der verhältnismäßig sehr kleine Kopf mit seinen zwei nicht besonders kräftig ausgebildeten Augen, die etwa in der Höhe der ersten Antennen liegen. Letztere zeichnen sich durch ihre starke Gestalt aus, und laufen nicht, wie dies bei Lanceola der Fall ist, in eine Spitze aus, sondern haben ein abgerundetes Ende. Die unteren Antennen sind etwa dreimal so lang als die oberen und bestehen aus drei langen und einer Anzahl kürzerer Glieder. Bei Lanceola ist das zweite Antennenpaar bedeutend kürzer und erreicht etwa nur das Fünfviertelfache des ersten.

Bei den mir zur Arbeit überwiesenen Vibilien kann man den Kopf wohl kaum als „quadrangular" bezeichnen; vielmehr ist sein Dach ziemlich spitz gewölbt. Vorsichtig abpräparierte und in Nelkenöl aufgehellte Köpfe lassen deutlich das an seiner dorsalen Seite in zwei Spitzen ausgezogene Gehirn erkennen, welches in seiner Form sehr stark an das Hirn von Lanceola erinnert, nur daß es bei den beobachteten Individuen nicht so breit und etwas mehr in die Länge gezogen war. Rechts und links vom Gehirn finden sich in etwas weniger als Augenhöhe zwei, bei Lanceola stets, bei Vibilia in günstigen Fällen, schon mit der binokulären Lupe zu erkennende Statolithenbläschen, über die später ausführlich berichtet werden wird.

Schließlich sei noch eines Drüsenpaares gedacht, das sich sowohl bei Vibilia als auch bei Lanceola findet: Es handelt sich um ein Paar gewaltig entwickelter Speicheldrüsen, die unter der Ansatzstelle des zweiten Antennenpaares gelegen sind, während sich die bekannten Antennendrüsen im Innern der Antennen finden. Eine eingehendere Untersuchung der erwähnten Speicheldrüsen läßt in ihnen deutlich zwei Arten von Kernen unterscheiden: Es finden sich einesteils größere, runde Kerne, die, mit Hämalaun gefärbt, deutlich eine feine Chromatinstruktur erkennen lassen, und von einer nur schwach färbbaren, durchaus homogenen Masse umgeben sind. Andererseits sind noch bedeutend kleinere Kerne vorhanden, die eine ovale bis bohnenförmige Gestalt besitzen, einheitlich dunkel gefärbt sind und augenscheinlich Bindegewebskerne darstellen. Zwischen diesen Kernen finden sich, über das ganze drüsige Gebilde verteilt, feine, zum großen Teil im Querschnitt getroffene Kanälchen.

Noch lückenhafter als von Vibilia ist unsere Kenntnis von Lanceola. Denn obwohl nach Woltereck das Gros unter den Hyperiidea gammaroidea primitiva die Lanceoliden darstellen, waren bis vor wenigen Jahren nur einige Exemplare gefunden: acht davon von der Challenger-Expedition von den Jahren 1873/76. Erst die beiden Tiefsee-Expeditionen, die Albatroß- und die Valdivia-Expedition, haben größere Mengen dieser Formen des Tiefseeplanktons erbeutet, letztere nicht weniger als 140 Exemplare. Die Lanceoliden teilt Woltereck[4]) in zwei Gruppen: „Solche mit Kristallkegeln im Auge und solche, deren Kristallkegel geschwunden sind."

Stebbing, der u. a. auch die Lanceoliden der Challenger-Expedition bearbeitet hat, gibt uns von ihnen folgende allgemeine Charakteristik[5]): „Head anteriorly convocated, the upper part more or less projecting into a rostrum. Eyes small, like thore in the Gammarids, placed incommonly, for down on the sides of the head. First pair of antennae long, the flagellum more or lesse lanceolate tumid; some-what like that in the Vibilidae. Second pair are long, filiform, with very long joints. Urus (segments in connection with the uropods and telson) like that of the Hyperiidae."

Die oberen Antennen tragen auf ihrer Innenseite eine größere Anzahl von Sinnesborsten, die auf einem mächtigen, enorm entwickelten Sinnespolster sitzen, welches die Antennen zum großen Teil erfüllt. Die Augen, die in ihrer Lage denen von Vibilia entsprechen und in flach-grubenförmigen Vertiefungen sitzen, sind weiter rückgebildet als bei jenen, wenigstens soweit Lanceola Clausi in Frage kommt, die mir zur Verfügung stand und zu der Lanceolidengruppe gehört, deren Augen der Kristallkegel fehlt. Der Kopf besitzt eine eiförmig-ovale Gestalt und ist in seinem oberen Teile mehr oder weniger deutlich zu einer Art Rostrum ausgezogen. Ihrer äußeren Gestalt nach würde Lanceola wohl eine Mittelstellung zwischen den bereits erwähnten „Hohlkugelformen" Thaumatops und Mimonectes und Phronima einnehmen. Das Postabdomen oder Pleon ist bedeutend kürzer als bei Phronima und besteht aus sieben nahezu gleichgroßen

4) „Bulletin of the Museum of Comparative Zoology; XVIII. Amphipoda." Cambridge 1909.

5) Thomson and Murray, „Report on the Scientific Results of the Exploring Voyage of H. M. S. ‚Challenger' 1873/76." „Amphipoda." Zoology, Vol. XXIX, 1, 2.

Segmenten, wie ja überhaupt Garbowsky als Charakteristikum für Vibiliden und Lanceoliden „einen gammaridenähnlichen Gesamthabitus mit relativ gleichartigen Segmenten und Gliedmaßen“ angibt. Auch die sieben Mittelleibssegmente zeigen weder bei Vibilia noch bei Lanceola hinsichtlich ihrer Breite größere Differenzen.

Eine Scherenbildung (chela), wie wir sie in mächtiger Entwicklung am fünften Beinpaar bei Phronima finden, fehlt Vibiliden wie Lanceoliden. Selbst eine Greifhand (manus cheliformis), wie sie bei Oediceros und anderen auftritt, vermissen wir hier. Vielmehr haben wir bei beiden Formen noch ganz einfache Beinbildung, die selbst nicht durch leichte Erweiterung des vorletzten Gliedes eine Anlage zur Greifhandbildung erkennen lassen.

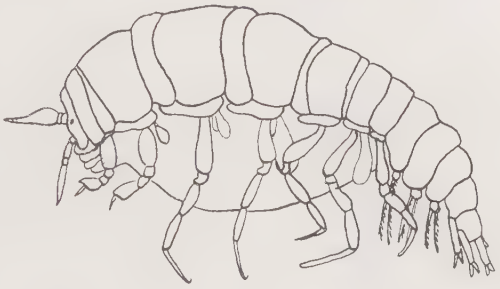
Während bei Phronima, und mit ihr bei Vibilia die Stirnlinie nahezu eine Gerade darstellt, fällt uns bei Lanceola ein schnauzenförmiges Vorspringen der Mundpartie auf, was dem Kopf des Tieres einen eigenartigen Ausdruck verleiht.

Was die Größe der mir zur Verfügung stehenden Vibiliden und Lanceoliden betrifft, so sei erwähnt, daß es sich in beiden Fällen nicht um vollständig ausgewachsene Tiere handelt. Woltereck gibt an, daß Lanceola Sayana bis zu 61 mm groß wird. Das größte von mir bearbeitete ♀ von Lanceola Clausi besaß eine Gesamtkörperlänge von 11,5 mm, das größte Vibiliden-♀ eine solche von 8,1 mm. Im Durchschnitt betrug jedoch die Körperlänge bei Lanceola etwa 6 mm, bei Vibilia 3,8 mm.

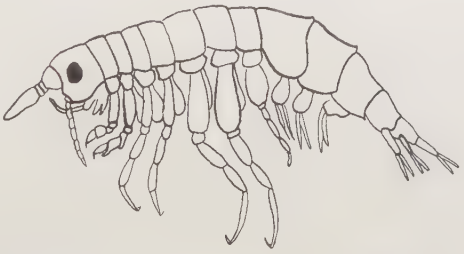
### 3. Rhabdosoma und Oxycephalus.

Soviel mag kurz über die äußeren Merkmale dieser beiden Formen gesagt sein; ich wende mich im folgenden der Familie der Oxycephaliden zu. Der schon mehrfach zitierte Bovallius schildert diese eigenartige Gruppe der Platysceliden mit den Worten: „Head long; produced anteriorly into a rostrum. Eyes large, not occupuying the whole head. First pair of antennae fixid at the under-side of the head in a special groove between the rostrum and the eyes; first joint of flagellum tumid, the rest subterminal, flew-jointed. Second pair fixed at the unter hinder corner of the head, angularly folded (♂) or wanting (♀). Pereiopoda (gnathopods and peraeopods) are walking legs. Seventh pair (fifth peraeopods) complete or rudimentary.“

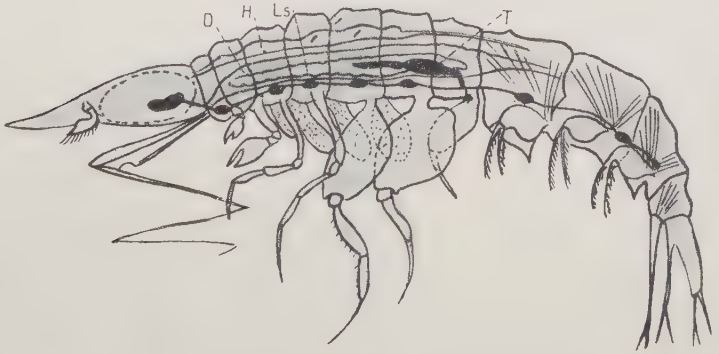
Was die beiden Formen Oxycephalus und Rhabdosoma anbelangt, so verweist Bovallius in seiner Beschreibung auf die Schilderungen von Claus [6, 7]). Diese mögen daher, vorerst von Oxycephalus, angeführt sein: „Oxycephalus: Körper langgestreckt. Kopf in einen ansehnlichen, triangulären Schnabel ausgezogen, dessen Basis in tiefer, grubenförmiger Ausbuchtung an der Ventralfläche die Vorderfühler aufnimmt. Von dieser erstreckt sich eine flache Rinne an der Unterseite des Kopfes bis zu den Mundteilen zur



Textfig. 1. Lanceola Cl. (n. Woltereck).



Textfig. 2. Vibilia arm. (n. Stebbing).




Textfig. 3. Oxycephalus (n. Claus).

Aufnahme des langen, zickzackförmig zusammengelegten, zweiten Antennenpaares. Die vorderen Antennen enden mit einer kurzen,

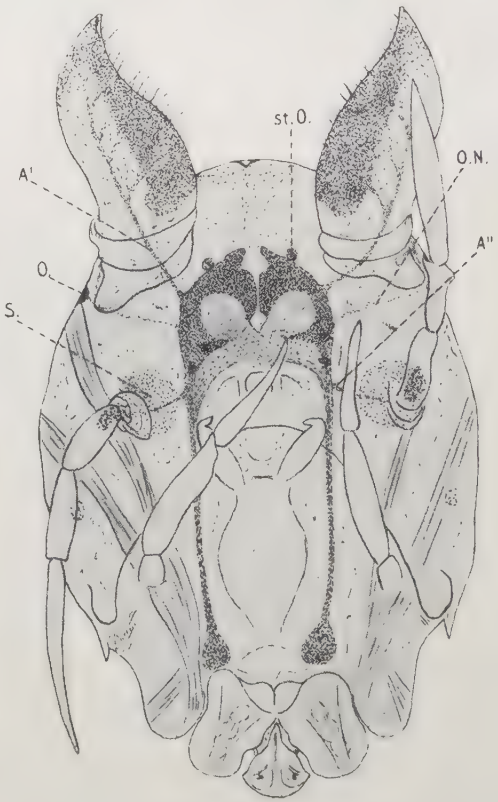
6) „Die Gattungen und Arten der Platysceliden.“ Arb. a. d. zool. Inst. Wien, Bd. II. 1879.

7) „Die Platysceliden.“ Wien 1887.

zwei- bis dreigliedrigen Geißel und sind im männlichen Geschlechte stark aufgetrieben, schwach gekrümmt und mit dichtgestellten Riechhaaren buschig besetzt. Die hinteren Antennen fehlen im weiblichen Geschlechte vollständig."

Das Auffallendste am Bau der Oxycephaliden ist wohl das, schon bei Oxycephalus ziemlich lange, bei Rhabdosoma bis ins Bizarre ausgezogene Rostrum, das bei der letztgenannten Form bisweilen den ganzen übrigen Körper an Länge übertreffen soll, und

Textfig. 4. Rhabdosoma (n. Claus).

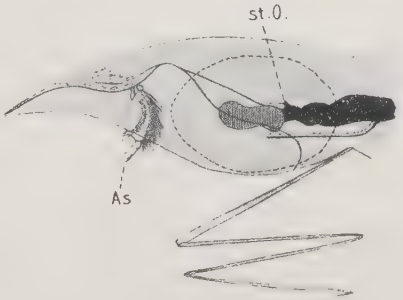



Textfig. 5. Lanceola Cl. ♀, Kopf von vorn.

welches wir schon bei Lanceola leise angedeutet fanden (vgl. Claus, „Die Platysceliden". Wien 1887).

Der ausgeprägte Sexualdimorphismus, der allen Platysceliden gemein ist, findet sich auch bei den Oxycephaliden: Die ersten Antennen des ♂ sind mächtig entwickelt, an ihrer Basis zwecks Aufnahme eines Ganglions stark aufgetrieben und mit Tausenden von Riechhärchen versehen, während sie sich beim ♀ „nicht weit vom indifferenten gemeinsamen Ausgangspunkt der ersten Antennenanlagen beider Geschlechter entfernt haben". Die zweiten, fünfgliedrigen Antennen sind beim ♂ von beträchtlicher Länge und zickzackförmig zusammengelegt; beim ♀ dagegen fehlen sie gänzlich.

Als besonders typisch für Rhabdosoma führt Claus folgende Tatsachen an: „Der untere Abschnitt des Kopfes ist stabförmig gestreckt und schwillt vorn zu der stark verbreiterten Augenregion an, welche sich in den langen Stirnstachel fortsetzt. Die vordere Antenne, in eine tiefe Grube eingeschlagen, endet im männlichen Geschlecht mit einfachem Geißelglied, welches beim ♀ hinwegfällt. Dagegen ist das dritte Schaftglied der weiblichen Antenne bauchig aufgetrieben und mit zahlreichen Riechfäden besetzt. Die Antenne des zweiten Paares verhält sich ganz ähnlich wie bei Oxycephalus."



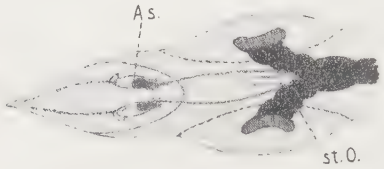

Textfig. 6. Oxycephalus von der Seite (Kopf).

Gleich dem Stirnschnabel sind auch die Uropodenpaare gewaltig ausgezogen. Das Abdomen ist, wie auch bei Oxycephalus, nicht einschlagbar.

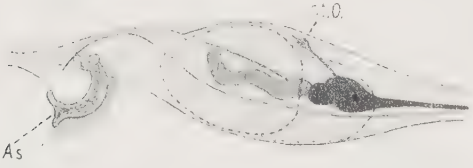
Schwach mit Hämalaun gefärbte und in Nelkenöl aufgehellte Köpfe ließen deutlich das Gehirn und mit ihm die paarigen, statischen Organe erkennen, die, wie aus den schematisierten Textfig. 6—9 ersichtlich ist, bei Oxycephalus ziemlich nahe am Gehirn, und zwar an der Innenseite der gegabelten vorderen Hirnpartie, bei Rhabdosoma dagegen über dem Gehirn dicht unter dem Dach der Kopfanschwellung liegen und mit dem Hirnganglion durch ein außerordentlich kräftiges Nervenpaar in Verbindung stehen.

An dieser Stelle sei noch einer auffallenden Erscheinung gedacht, die, soviel mir bekannt ist, noch nirgends beobachtet

worden ist. Es fanden sich nämlich bei Rhabdosoma in dem Teile des Kopfes, der zwischen dem Mund und den Augen liegt, langgestreckte Hohlräume, die mit einer dicken Schicht Chitin ausgekleidet sind. Bei einem Exemplar ließen sich drei, bis 180 $\mu$ große, hintereinander liegende derartige Hohlräume feststellen. Man geht wohl nicht fehl, wenn man in dieser Einrichtung ein Mittel sieht, das der Versteifung und größeren Haltbarkeit dieser dünnen und langgestreckten Partie des Kopfes dienen soll.




Textfig. 7. Oxycephalus von oben (Kopf).




Textfig. 8. Rhabdosoma von der Seite (Kopf).

Textfig. 9. Rhabdosoma von oben (Kopf).

Schließlich sei noch bezüglich der Länge der von mir bearbeiteten Rhabdosomen und Oxycephalen bemerkt, daß diese bei den größten Exemplaren, einschließlich des lang ausgezogenen Rostrums und der ebenfalls gewaltig verlängerten Uropoden 64 mm, resp. 18 mm, betrug, wobei 30 mm, resp. 4 mm, auf den Kopf, gerechnet von der Mundpartie bis zur Rostrumspitze, kamen.

## V. Nervensystem.

### A. Gehirn.

#### 1. Allgemeines.

Eine der vorzüglichsten Arbeiten, die wir über das Nervensystem der Amphipoden haben, ist die von Claus: „Der Organismus der Phronimiden.“ Auf sie wird daher des öfteren Bezug genommen werden, zumal ich mich selbst längere Zeit mit dem Nervensystem jenes zarten, im Leben rötlich gezeichneten Bewohners der gallertigen Pyrosomentönnchen beschäftigt habe, den

Forskål[8]) naiv als ein „mirum in suo genere animal oculorum forma et pedum numero" bezeichnet. Phronima sedent. Forsk. eignet sich, abgesehen davon, daß sie wegen ihrer Häufigkeit leicht zu beschaffen ist, besonders auch wegen ihrer Durchsichtigkeit ganz vorzüglich als Beobachtungsobjekt.

## 2. Vibilia und Lanceola.

### a) Äußere Gestalt und Nerven des Hirns.

Zunächst möchte ich einige Bemerkungen über die äußere Form und Gestalt des Hirns voranschicken, welche, abgesehen von der Ausbildung der Antennen, namentlich von der Entwicklung der Augen abhängt. Sind diese so abenteuerlich groß ausgebildet, wie z. B. bei Phronima oder Rhabdosoma und Oxycephalus, so wird das Gehirn natürlich durch die entsprechend entwickelten Augenganglien ganz anders gestaltet sein, als etwa bei Formen wie Vibilia oder gar Lanceola, deren kleinen bzw. rudimentären Augen auch rückgebildete Augenganglien entsprechen.

Vorerst seien, der einfacheren Verhältnisse halber, die wir hier betreffs des Hirns antreffen, Vibilia und Lanceola vergleichsweise nebeneinander betrachtet. Wie bereits schon oben erwähnt, weist bei rein oberflächlicher Betrachtung das Gehirn dieser beiden Formen ziemlich die gleiche Gestalt auf: zwei mächtige, nebeneinander liegende Komplexe, die an ihrem mundwärts gelegenen Teil verschmolzen sind, während ihre beiden, scheitelwärts gelegenen Enden sich getrennt erhalten haben. Ist jedoch der Einschnitt zwischen den beiden Hemisphären bei Vibilia nur etwa ein Viertel so lang wie das ganze Gehirn, so sehen wir ihn bei Lanceola viel tiefer, fast bis zu zwei Drittel in die gesamte Hirnmasse eindringen. Dadurch, und durch die Ausbildung der Augenganglien erhält das Gehirn von Vibilia gegenüber dem von Lanceola ein viel gedrungeneres, kompakteres Aussehen. Eine weitere Abweichung in der äußeren Erscheinung der beiden Hirne läßt sich in der Lage der erwähnten paarigen Scheitelfortsätze konstatieren. Sind diese bei Vibilia leicht nach auswärts gebogen, so sind sie bei Lanceola direkt nach innen gerichtet, so daß naturgemäß ihre äußersten Enden nahe aneinander liegen, wogegen sie bei Vibilia weit voneinander entfernt sind; zu bemerken ist endlich noch, daß die Innenseite dieser Scheitelfortsätze bei Vibilia

8) „Descriptiones animalium in itinere orientali observ.; Hauniae. (Cancer sedent.)" 1775.

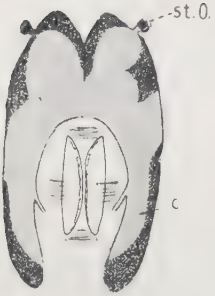
leicht geschwungen aufeinander zulaufen, bei Lanceola dagegen an ihrem Anfang und Ende ziemlich stark ausgebuchtet sind (Textfig. 5). Die ganze Hirnmasse ist bei beiden Hyperinen von einer Binde-

Textfig. 10.

Textfig. 11.

Textfig. 12.

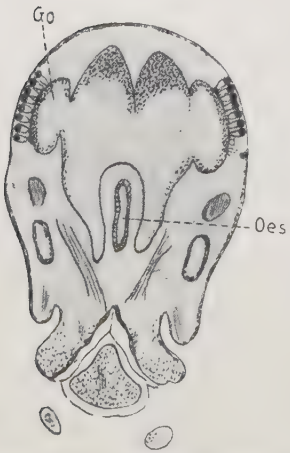
Textfig. 13.




Textfig. 14.

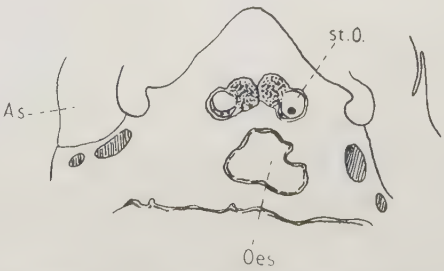
Textfig. 15.

Textfig. 10—15. Frontalschnitte durchs Gehirn von Lanceola Cl.




Textfig. 16. Frontalschnitt durchs Gehirn von Vibilia arm.

gewebsscheide umgeben, die sich stellenweise von der Oberfläche des Hirns leicht abzuheben scheint, jedenfalls nicht fest mit ihr verwachsen ist.




Textfig. 17. Vertikalschnitt durchs Gehirn von Vibilia arm.

Von den beiden konischen Scheitelfortsätzen führt diese Bindegewebshülle in Bandform nach dem Scheiteldach, wo sie das Gehirn am Kopfintegument fixiert.

Wie sich aus den Textfig. 10—15 bzw. 16 und 17 ergibt, endet, wie bei Phronima, auch bei Lanceola und Vibilia der vordere, frontale Hirnabschnitt mit „kolbig vorgewölbten Lobi". Auch der kaudal gelegene Abschnitt des primären Hirnganglions läuft in zwei derartige kolbige Wölbungen aus.

Im Gegensatz zu Claus, der für das Hirn von Phronima einen einschichtigen Belag von Ganglienzellen festgestellt hat, habe ich bei Vibilia sowohl, wie bei Lanceola nachweisen können, daß namentlich im scheitelwärts gelegenen Teil des Gehirns diese Ganglienzellen in sieben und mehr Schichten übereinander lagen. Auch an den Außenseiten, zwischen den Austrittsstellen der zu den unteren Antennen führenden und der Augennerven lassen sich starke Anhäufungen des erwähnten gangliösen Rindenbelages beobachten. Dagegen sind die — wenn man den Kopf von vorn betrachtet — nach der Mitte zu gelegenen vorderen Partien beider Hirnhälften nur spärlich mit diesen Ganglienzellen bekleidet; auch im mundwärts gelegenen Teil der beiden vereinigten Hemisphären ist die Bedeckung mit gangliösen Rindenzellen nur minimal (Textfig. 5). Die einzelne Hirnhälfte besteht, wie sich an Sagittalschnitten sehr schön beobachten läßt, bei Lanceola, wie auch Vibilia, aus drei schräg übereinander liegenden Komplexen. Diese sind an ihren Außenseiten durch tiefe Einschnürungen voneinander getrennt (Textfig. 18, 19); nach innen zu verschmelzen sie jedoch miteinander und lassen nur noch in der Anordnung des Rindenbelags ihre einstige Dreiteilung erkennen (Textfig. 20). Schließlich wird, wie die Textfig. 21 und 22 lehren, die Verschmelzung der drei Komplexe nach dem Zentrum des Hirns zu eine vollkommene.

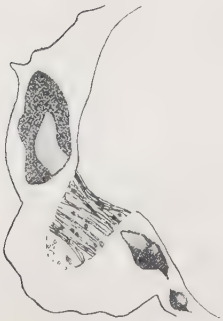
Aus dem obersten der drei Abschnitte entspringen die Augennerven, und zwar aus einem weit nach rückwärts gelegenen Teil, wie die Textfig. 23 und 24 erkennen lassen. Diese und die zwei folgenden Textfig. 25, 26 sind nach Querschnitten durch ein Lanceola-Hirn gezeichnet, und zwar liegt der auf Textfig. 23 wiedergegebene Schnitt am weitesten dorsal. Die zwei zu den Antennae superiores verlaufenden Nerven nehmen ihren Ursprung aus dem untersten Abschnitt vor den Augennerven, d. h. aus einer mehr frontal gelegenen Hirnpartie. Demselben Abschnitt entspringt schließlich noch das zu den Antennae inferiores führende Nerven-

Textfig. 18.

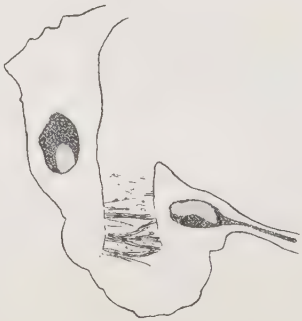
Textfig. 19.

Textfig. 20.

Textfig. 21.



Textfig. 22.



Textfig. 18—22. Lanceola Cl. Sagittalschnitte durchs Gehirn.

Textfig. 23.

Textfig. 24.

Textfig. 25.

Textfig. 26.

Textfig. 23 26. Lanceola Cl. Vertikalschnitte durchs Gehirn.

paar, und zwar einem sehr weit mundwärts gelegenem Teil: nicht weit über dem Eintritt der Schlundkommissuren in das Gehirn. Dieselbe Tatsache hat Claus bei Phronima vorgefunden. Er schreibt: „Ventralwärts, an der Übergangsstelle der Kommissur, wurzelt ein sehr schmächtiger, beim ♂ etwas stärker entwickelter Nerv, den ich als zur zweiten Antenne, bzw. deren Rudiment gehörig, betrachte."

### b) Histologie.

Zuerst ist zu bemerken, daß die beiden Hirnhemisphären durch mächtige Querkommissuren miteinander im Konnex stehen. Der ganze zentrale Teil des Gehirns ist vollkommen frei von „Ganglienkernen", d. h. im Zentrum des Hirns gelegener Ganglienzellengruppen, die mit dem peripheren gangliösen Belag nicht in Verbindung stehen. Vielmehr ist das ganze Hirnmark lediglich von der Fibrillärsubstanz und der, zwischen dieser liegenden, sog. „Leydigschen Punktsubstanz" erfüllt. Einige wenige Kerne, die sich verstreut im Innern des Hirns finden, sind als Bindegewebszellkerne anzusprechen. Sie unterscheiden sich von den Zellkernen gangliöser Natur schon durch ihre geringere Größe und stärkere Färbbarkeit, besonders aber auch durch ihre Gestalt: im Gegensatz zu den runden Ganglienkernen sind sie oval bis nierenförmig geformt. Diese Bindegewebszellkerne fand ich bei Lanceola und Vibilia übrigens auch in geringer Anzahl im gangliösen Rindenbelag selbst verstreut. Die Bindegewebszüge, denen diese Kerne angehören, durchziehen das ganze Hirn und dienen den feinen Nervenfibrillen als „Balken" zur Stütze. Ihren Ursprung nehmen sie nach Claus von einer zarten Hülle bindegewebiger Natur, die sich zwischen der Hirnscheide und dem Gehirn findet.

Die paarigen Gruppen von beträchtlich vergrößerten Ganglienzellen, die Claus bei Phronima festgestellt hat, lassen sich auch bei Lanceola und Vibilia nachweisen. Wie bei Phronima, so handelt es sich auch bei unseren beiden Hyperiden um drei besonders ins Auge fallende, derartige Gruppenpaare. Bei Phronima liegen diese an der Innenseite der „hutförmigen Hinterlappen", an der Ursprungsstelle der zu den Antennae superiores führenden Nerven und an der Dorsalseite des Gehirns zwischen Augenganglion und primärem Hirnganglion. Bei Vibilia und Lanceola sind sie dagegen folgendermaßen verteilt: Die größte Gruppe findet sich, entsprechend den Verhältnissen bei Phronima, an der inneren Seite der beiden verlängerten Scheitelfortsätze. Ein zweites Gruppenpaar ist etwa an der Ursprungsstelle des

Augennervs, das dritte an der des zu den Antennae inferiores führenden Nervenpaares nachzuweisen. Zu bemerken ist noch, daß die Zahl der in diesen drei Gruppenpaaren vereinten Riesenzellen nicht groß ist. Sie schwankt zwischen je 3—8 Zellen. In der Textfig. 27 sind in dem schematisiert dargestellten Hirn von Phronima die Gruppen vergrößerter Ganglienzellen durch punktierte Linien umzogen; Textfig. 28 und 29 zeigt die Verhältnisse bei Lanceola.

Textfig. 27. Phronima sed. Forsk. Gehirn (schem.).

Wie schon erwähnt, nimmt die fibrilläre Nervensubstanz den weitaus größten Teil des zentralen Hirns in Anspruch. Sie tritt

Textfig. 28. Textfig. 29.

Textfig. 28 u. 29. Lanceola Cl. Frontalschnitte durchs Gehirn.

Textfig. 30. Phronima sed. Forsk. Gehirn (schem.).

in doppelter Form in Erscheinung: 1. als ein System von fibrillären Faserzügen und 2. in Gestalt von sog. „Lagern molekularer Punktsubstanz“ oder „Marksubstanz“. Diese „Lager“ sind wohl nichts anderes als die optischen oder wirklichen Querschnitte von Fibrillenzügen. Claus hat für das Hirn von Phronima

nicht weniger als 11 derartige „Marklager" festgestellt; eines ist unpaar, die übrigen sind paarig angeordnet. Textfig. 30 gibt ein Schema davon.

Leider war nun das mir zur Verfügung stehende Material schon zu sehr mitgenommen, als daß sich auch nur annähernd so eingehende Untersuchungen, wie sie Claus für das Gehirn von Phronima ausgeführt hat, hätten vornehmen lassen. Auch die Versuche, den Verlauf der Faserzüge unter starker Vergrößerung an in toto aufgehellten Hirnen zu studieren, wie es Claus bei Phronima getan hat, scheiterte an der im Vergleich zu Phronima geringeren Durchsichtigkeit der Gehirne. Immerhin war es doch möglich, wenigstens die wichtigsten Fibrillenzüge und „Marklager" auch für Lanceoliden und Vibiliden festzustellen.

Die schon erwähnten, beide Hirnhemisphären verbindenden Querkommissuren lassen sich für Vibilia und Lanceola speziell in der Dreizahl nachweisen. Der bei weitem stärkste Faserzug findet sich dicht unter der Stelle, wo sich das Hirn in seine zwei Scheitelfortsätze gabelt. Er verläuft in leicht gewellten Linien, ebenso, wie die beiden anderen Fibrillenbänder, direkt horizontal. Seine beiden Enden laufen zwischen je zwei mächtigen „Marklagern" aus — einzelne Fibrillen scheinen sogar in diese einzutreten. Die beiden anderen queren Kommissuren verstreichen dicht übereinander, fast genau im Zentrum des Hirns und sind bedeutend kürzer als die oberste Kommissur. An ihren beiden Enden werden sie von Fibrillärzügen begrenzt, die vom medianen Teil des Hirns ziemlich steil nach oben verlaufen und bis an die oberste, mächtigste Querkommissur reichen. Schließlich seien noch zwei weitere Fibrillenzüge erwähnt, die, wie Textfig. 28 zeigt, etwa da entspringen, wo die Hauptquerkommissur endigt, und schräg nach oben verstreichen. Deutlich läßt sich auf frontalen Schnitten von Lanceola wie Vibilia nachweisen, daß diese beiden Züge in den gangliösen Rindenbelag dort eintreten, wo die größten der paarigen Riesenzellengruppen liegen.

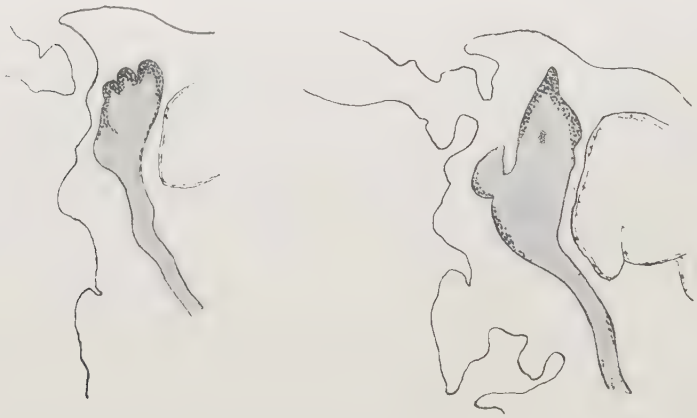
Was nun die Lager von „Punktsubstanz" anbetrifft, so konnte ich für Lanceola als auch für Vibilia je sieben nachweisen; eines davon war unpaar, die übrigen paarig angeordnet. In Textfig. 29 sind diese „Lager", wie sich auf Frontalschnitten die Verhältnisse präsentieren, dargestellt. Wie ersichtlich liegt das einzige unpaare „Marklager" von mittlerer Größe direkt im zentralen Teil des Gehirns. Die vier gewaltigsten Lager finden sich in den beiden dorsalen Scheitelfortsätzen und in der verlängerten Rich-

tung der zwei untersten Querkommissuren. Die zwei letzten und kleinsten „Marklager", die ich festzustellen vermochte, sind sehr weit mundwärts verlagert: sie liegen an der inneren Seite der Hemisphären.

### c) Schlundkommissur.

Es sei noch kurz auf die Schlundkommissur, die das Hirn mit dem Unterschlundganglion verbindet, eingegangen. Wie Textfig. 13 erkennen läßt, handelt es sich um zwei ganz gewaltig ausgebildete Nervenstränge, die an ihrem peripheren Teil, entsprechend den Verhältnissen am primären Hirnganglion, einen Belag von Rindenzellen aufweisen, während ihre zentrale Partie von Fibrillärsubstanz erfüllt ist. Was nun den Verlauf dieser Fibrillen anbelangt, so hat Claus für Phronima nachgewiesen, daß sie zum großen Teil in die Ganglienzellen der „hutförmigen Hinterlappen", die er als Sitz der Empfindung und Willenserregung

Textfig. 31. Textfig. 32.



Textfig. 31 u. 32. Vibilia arm. Sagittalschnitt durchs Gehirn.

betrachtet, einstrahlen. Ich konnte für Vibilia und Lanceola so viel feststellen, daß bei ihnen die Faserzüge der Schlundkommissur zum weitaus größten Teil medianwärts in das Hirn verlaufen, wo sie sich dann nicht weiter verfolgen ließen, zum bei weitem geringeren Teil aber in den gangliösen Belag der am meisten mundwärts gelegenen Hirnpartien verstreichen (Textfig. 25). In schräger, steiler Richtung verläuft die Schlundkommissur abwärts nach hinten, wobei bei Lanceola von ihr etwa in der Mitte zwischen Ober-

und Unterschlundganglion auf der Innenseite noch beiderseits ein nicht zu kräftiger Nerv abzweigt (Textfig. 13), welcher abwärts verläuft und die Mundregion innerviert. Wir werden sehen, daß die Innervierung dieser Partien bei Vibilia, deren Schlundkommissur in den Textfig. 31 und 32 dargestellt ist, vom Unterschlundganglion ausgeht.

### 3. Rhabdosoma und Oxycephalus.

#### a) Äußere Gestalt und Nerven des Hirns.

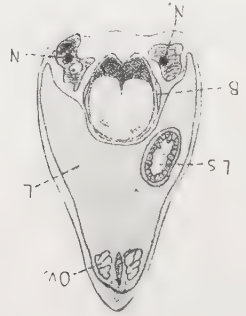
Auch für Rhabdosoma und Oxycephalus mögen einige allgemeine, orientierende Bemerkungen über Form und äußere Gestalt des Gehirns der Mitteilung von den histologischen Ergebnissen vorausgeschickt sein. Wie uns die Textfig. 6—9 lehren, liegen die Hirne bei beiden Oxycephaliden in der Verlängerung der Schlundkommissur, die ihrerseits wiederum mit der ganzen Bauchganglienkette eine Gerade bildet. Nach der Vereinigung beider Kommissuren läßt sich eine Anschwellung der Nervenmasse konstatieren, die jedoch bald wieder abnimmt und einer starken Einschnürung Platz macht. Auf diese folgt eine zweite, ungleich mächtigere Vorwölbung. An seinem rostral gelegenem Ende spaltet sich das Gehirn in zwei Lappen, die langgestreckten, gewaltigen, den enorm entwickelten Augen entsprechenden optischen Ganglien. Diese spreizen bei Oxycephalus weit auseinander, bei Rhabdosoma dagegen sind sie nur auf Frontalschnitten nachzuweisen, während es bei in toto betrachteten Exemplaren den Anschein hat, als ob das Hirn bis auf seine äußerste Spitze, die leicht auseinandergebogen ist, eine kompakte, ungeteilte Masse bilde. In der Tat liegen bei Rhabdosoma beide Augenganglien so nahe aneinander, daß sie nur durch eine äußerst dünne Lamelle getrennt sind und am deutlichsten noch durch die Anordnung des Rindenbelages als zweigeteilt erkannt werden können.

Auf der Innenseite der Ganglien liegen bei Oxycephalus die paarigen, statischen Organe, die bei Rhabdosoma von einer weiter kaudalwärts gelegenen Hirnpartie ihren Ursprung nehmen. Doch davon später.

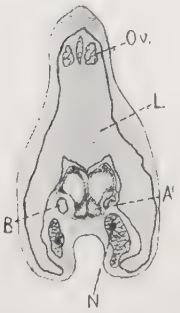
Die äußere Gestalt des Hirns ist durch die langgestreckte Form des verhältnismäßig sehr dünnen Kopfes bedingt. Alle seine Teile, das eigentliche Hirn, die Augenganglien, Schlundkommissur und die zu den Antennae superiores führenden Nerven sind, insbesondere bei Rhabdosoma, ganz abnorm verlängert.

Während sich bei Oxycephalus Hirnhemisphären wie optische Ganglien im Querschnitt als ovale Gebilde präsentieren (Textfig. 33—36), zeigen sich bei Rhabdosoma die Augenganglien zwar von gleicher oder wenigstens ähnlicher Gestalt, die Hemisphären weisen dagegen eine ganz andere Form auf: die Seiten des Hirns sind abgeplattet, ja sogar leicht eingebuchtet, wie Textfig. 37 zeigt. Dabei sind die dorsal gelegenen, vorgewölbten Lobi des Gehirns, die wir bei Oxycephalus nur wenig ausgebuchtet und

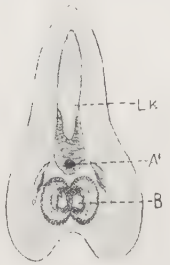
Textfig. 33.



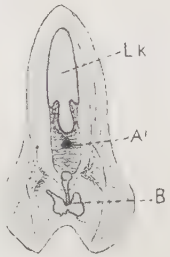

Textfig. 34.



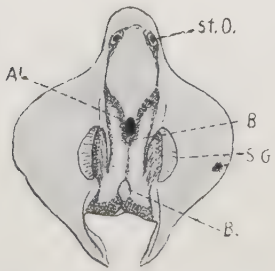

Textfig. 35.




Textfig. 36.




Textfig. 33—36. Vertikalschnitte durch den Kopf von Oxycephalus.




Textfig. 37. Vertikalschnitt durch das Gehirn von Rhabdosoma.

abgerundet sehen, bei Rhabdosoma im Zusammenhang mit den statischen Organen und dem zu diesen führenden Nervenpaar, spitz ausgezogen, zwischen sich eine tief in die Hirnmasse einschneidende Rinne lassend. Dadurch wird dem Gehirn ein fast eckiges, klammerförmiges Aussehen verliehen.

Was den Belag mit gangliöser Rindensubstanz anbelangt, so finden wir bei den Oxycephaliden im großen und ganzen die gleichen oder doch nur wenig modifizierte Verhältnisse wie bei Vibilia und Lanceola. Auch hier sind es lediglich die peripheren

Partien, in denen wir — bisweilen allerdings in geradezu erstaunlicher Anhäufung — die gangliösen Zellen finden. Besonders reich damit versehen sind namentlich die ventralen und dorsalen Teile des Gehirns, und hier wiederum ihre rostral und kaudal gelegenen Enden; dagegen sind die nach außen gerichteten Seiten der Hemisphären sowohl, wie auch der Augenganglien, fast frei von Zellen gangliöser Natur, oder doch zum mindesten nur ganz spärlich mit ihnen versehen. Schließlich finden sich noch, z. T. recht mächtige, Lager von Ganglienrindenzellen zwischen den beiden Augenganglien. Wie schon bei Vibilia und Lanceola, so werden auch bei den Oxycephaliden die Clausschen Befunde an Phronima bestätigt: der zentrale Teil der beiden Hirnhälften ist vollkommen frei von Ganglienzellen. Die wenigen im Innern des Hirns gelegenen Kerne dokumentieren schon durch Größe und Gestalt, daß sie bindegewebiger Natur sind.

Natürlich ist auch das Oxycephalidenhirn von einer schützenden Bindegewebsscheide umgeben, die sich besonders bei Rhabdosoma auf Vertikalschnitten durch denjenigen Teil des Hirns, wo die zum statischen Organ führenden Nerven abzweigen, nachweisen läßt. Hier sieht man deutlich, wie sich der bindegewebige Überzug leicht vom Hirn abhebt. Fasern dieser Bindegewebshülle fixieren bei Rhabdosoma das Hirn am Kopfintegument, wie wir dies schon bei Vibilia und Lanceola beobachten konnten. Bei Oxycephalus jedoch wird ein derartiges Verhalten durch die eigentümlichen Verhältnisse ausgeschlossen: der ganze dorsale Teil des Kopfes wird hier von Blutgefäßen, resp. von Lakunen in Anspruch genommen, die eine Verbindung zwischen Schädeldach und Gehirn ausschließen.

Während über die Innervierung der Augen und des statischen Organs später berichtet werden soll, müssen an dieser Stelle über die zu den Antennae superiores führenden Nerven einige Bemerkungen gemacht werden. Die Tatsachen, auf die wir hierbei stoßen, sind wahrlich eigenartig genug, um eine eingehende Schilderung gerechtfertigt erscheinen zu lassen. Vorausgeschickt sei, daß hierbei die Verhältnisse bei Rhabdosomen und Oxycephalen im Prinzip die gleichen sind und nur durch das bereits erwähnte Auftreten der Blutlakunen bei letzteren einige geringfügige Modifikationen erfahren.

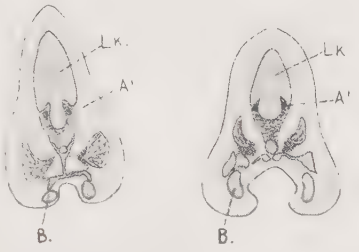
Was die Ursprungsstelle der Antennennerven anbelangt, so findet sich diese in einem sehr weit kaudalwärts gelegenen Teile des Gehirns. Um etwas präzisere Angaben zu machen, seien

folgende Zahlenwerte angeführt: Die Länge der beiden Hirnhemisphären, gerechnet von der Verschmelzung der Schlundkommissur bis zur Teilung in die zwei optischen Ganglien betrug bei einem von mir geschnittenen Rhabdosoma-♀ 900 $\mu$, bei einem Oxycephalus-♀ 930 $\mu$. Die Ursprungsstellen der Antennennerven ließen sich nun im ersteren Falle in einer Entfernung von 240 $\mu$, im zweiten Falle in einer Entfernung von 220 $\mu$ von der Verschmelzungsstelle der Schlundkommissuren feststellen; d. h., etwa im zweiten Fünftel der Gesamtlänge des Gehirns. Die Nerven nehmen ihren Ursprung aus der am weitesten ventralwärts gelegenen Hirnpartie, und zwar je ein Nerv aus den beiden Hälften des Gehirns. Bald nach seinem Entstehen sondert sich das Nervenpaar immer mehr von der eigentlichen Hirnmasse ab, was auch durch die zwischen beide tretenden gangliösen Rindenzellen zum Ausdruck kommt (Textfig. 34). Allmählich rücken nun nach dem Rostrum hin die zwei Nervenfäden, eng nebeneinander liegend, und umgeben von einer dünnen Bindegewebsscheide, zwischen den beiden Hemisphären weiter der dorsalen Seite zu, wobei sie sich ganz deutlich von der Fibrillärsubstanz des Hirns abheben. Bei Rhabdosoma verschmelzen beide Nervenfäden kurz nach ihrem Entstehen miteinander, bei Oxycephalus dagegen findet die Verschmelzung erst statt, nachdem beide Nervenstränge auf der dorsalen Seite des Gehirns angelangt sind. Die vereinten Nerven verlaufen bei Rhabdosoma zwischen den beiden, mächtig entwickelten Augen zu den Antennae superiores; kurz vor dem Ziele erfolgt wieder eine Teilung in zwei Äste, von denen je einer in die beiden kräftigen, mit unzähligen Sinneshärchen besetzten Vorderantennen eintritt. Auch bei Oxycephalus zieht der verschmolzene, sehr kräftige Nervenstrang ein Stück median nach vorn, umgeben von einer eigenartigen, becherförmigen, mit Blutgefäßen durchsetzten Bindegewebsmasse, die reich an Drüsen zu sein scheint. Bald jedoch teilt er sich wieder — viel früher als bei Rhabdosoma — und die beiden Nervenäste verlaufen nach oben, immer noch von Bindegewebe umgeben. Inzwischen haben sich in das mächtige, zentrale Blutgefäßrohr, das wir später noch kennen lernen werden, zwei tiefe Buchten eingestülpt, in welche die zwei Nervenäste eintreten — auf drei Seiten von ernährender Blutflüssigkeit umgeben (Textfig. 38, 39). In diesen Einstülpungen verlaufen die Nervenfäden bis kurz vor ihren Eintritt in die Antennae superiores, die ja auch bei den Oxycephalen mit äußerst zahlreichen, feinen Sinneshärchen besetzt sind.

### b) Histologie.

Es läßt sich neben den Bindegewebszellen und den Zellen nervöser Natur (Rindenbelagszellen mit sog. Riesenganglienzellen), in den Augenganglien eine Art von Zellkernen feststellen, die bei Lanceola nicht nachzuweisen sind, dagegen sich auch bei Vibilia vorfinden, wie wir sehen werden. Auch Claus hat dieselben Elemente in den optischen Ganglien von Phronima gefunden und folgendermaßen charakterisiert: „Eine besondere Formation sehr kleiner granulierter Nervenzellen, wie sie an den Bauchganglien vermißt werden, gehört dem Augenganglion an, welches vornehmlich an seiner oberen Fläche bis auf ein halbmondförmiges Feld über dem medialen Teile des inneren Marklagers von einem ziemlich dichten Belag dieser kleinen Nervenzellen bedeckt wird."

Textfig. 38. Textfig. 39.



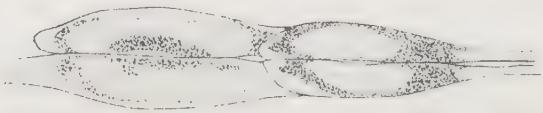

Textfig. 38 u. 39. Vertikalschnitte durch den Kopf von Oxycephalus.

Bei Rhabdosoma besteht der Unterschied zwischen diesen granulierten, direkt unter den mosaikartigen Sehstäbchen gelegenen Kernen und den gangliösen Rindenbelagszellen weniger in der geringeren Größe der ersteren — sie sind etwa gleich groß — als vielmehr in ihrer stark abweichenden Form. Denn während die Rindenbelagszellen, wie schon erwähnt, rund sind, weisen die „granulierten" Zellen eine fast spindelförmige, zum mindesten lang-ovale Gestalt auf. Bei Oxycephalus finden sich an derselben Stelle im Augenganglion die gleichen, eben beschriebenen Kerne, nur daß sie hier besonders stark granuliert und so mächtig sind, daß sie die Rindenbelagszellen um mindestens die Hälfte übertreffen, dafür ist ihre Zahl hier nicht so groß wie bei Rhabdosoma, wogegen die Form dieselbe ist.

Da sich einerseits drei von den daraufhin untersuchten Amphipodenformen (Phronima, Rhabdosoma, Oxycephalus), bei denen sich diese granulierten, spindelförmigen Kerne in den Augenganglien vorfinden, durch die Größe ihrer Augen auszeichnen, und auch die vierte Form (Vibilia) immerhin noch einigermaßen entwickelte Augen hat, andererseits die Kerne bei

Lanceola mit ihren rudimentären Augen fehlen, wäre vielleicht die Vermutung, daß das Vorhandensein der „granulierten" Kerne in irgendwelcher Beziehung zur Ausbildung der Sehorgane stünde, nicht einfach von der Hand zu weisen.

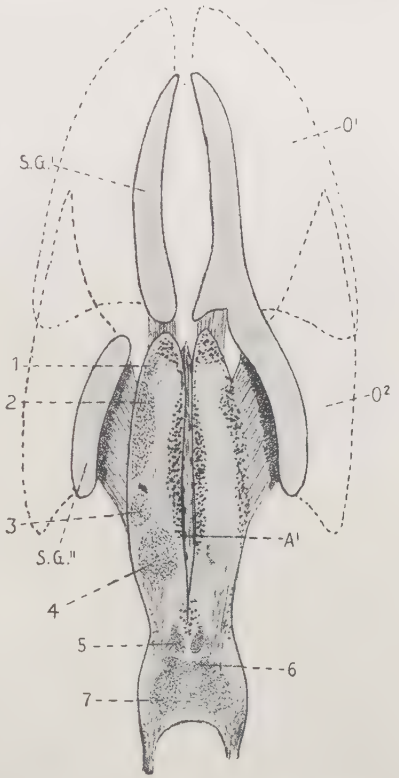
Der bei weitem größte Teil der gangliösen Rindenbelagszellen entfällt auf die beiden Augenganglien, an deren inneren, einander zugewendeten Seiten sie sich zu besonders mächtigen, langgestreckten Lagern gehäuft haben. Auch die rostral gelegenen Enden der optischen Ganglien sind überaus reichlich mit Rindenbelagszellen versehen. Demgegenüber muß es auffallen, daß die beiden Hemisphären des primären Hirns einen relativ nur geringen Belag von Ganglienzellen aufweisen. Am stärksten ist dieser noch an den Austrittsstellen der beiden Schlundkommissuren, doch bedeckt er auch hier nur in wenigen Schichten die Oberfläche des Hirns, während sich der Zellenbelag zwischen den beiden Augenganglien in einer Mächtigkeit bis zu 18 übereinander



Textfig. 40. Frontalschnitt durch das Hirn von Rhabdosoma.

gelagerten Schichten nachweisen läßt. Auch an den Stellen, wo sich die beiden Augenganglien abzweigen, weist das primäre Hirn einen etwas stärkeren Belag von Rindenzellen auf. Die Textfig. 40 u. 41 zeigen die Verhältnisse zwischen den Rindenbelagszellen der Augenganglien einerseits und des primären Hirns andererseits. Textfig. 40 ist nach einem mehr oberflächlichen Schnitt gezeichnet und läßt die gangliösen Zellen an den eben beschriebenen beiden Enden der primären Hemisphären erkennen, während bei der anderen, nach einem direkt durch die zentralen Partien des Gehirns geführten Schnitt entworfenen Zeichnung der Mangel gangliöser Zellen im Hirn gegenüber dem reichen Rindenzellenbelag der optischen Ganglien schon bei flüchtiger Betrachtung auffallen muß. Der in der Textfig. 41 sichtbare, zwischen den Augenganglien liegende Nervenfaden ist der zu den Antennae superiores führende, im Längsschnitt getroffene Nerv. Deutlich läßt sich die ihn umkleidende, kernhaltige Bindegewebsscheide beobachten. Ich betonte schon, daß die seitlichen Außenpartien des Gehirns gar keinen, oder doch nur einen ganz spärlichen Belag von

Ganglienzellen aufweisen. Während nun an diesen Stellen die Fibrillenmasse des primären Hirns sich bis an die bindegewebige Scheide erstreckt, ist sie bei den Augenganglien noch durch das dicke, bis zu sechs Schichten starke Polster der schon oben beschriebenen „granulierten" Zellkerne von der Gehirnscheide getrennt. Nur an einer Stelle erlangt der Rindenzellenbelag des primären Hirns, der sich, wie schon angedeutet, in der Hauptsache auf den dorsalen und ventralen, eingebuchteten Teil des Hemisphärenpaares beschränkt, eine ansehnliche Mächtigkeit. Das ist an der Stelle der Fall, wo der zu den Antennae superiores führende Nerv, dessen Ursprung und Verlauf bereits beschrieben worden ist, aus dem ventralen Teil des Gehirns hervorgeht. Auch an der Ursprungsstelle der zu den beiden statischen Organen führenden Nerven werden wir später ein gleiches Anschwellen der Masse gangliöser Rindenbelagszellen konstatieren können.




Textfig. 41. Rhabdosoma. Frontalschnitt durchs Gehirn mit Augenganglien.

Ähnliche Verhältnisse in der Verteilung und Anordnung der Rindenzellen finden sich auch am Gehirn von Oxycephalus. Was das primäre Hirn anbelangt, so sehen wir auch hier die Ganglienzellen namentlich auf die ventrale und dorsale Fläche verteilt, wobei, wie bei Rhabdosoma, die kaudalen und rostralen Enden des Gehirns, d. h. die Partien um die Ansatzstellen der Augenganglien und um die Austrittsstelle der Schlundkommissur, bevorzugt sind. Auch an den Ursprungsstellen des zu den vorderen Antennen führenden Nervenpaares zeigen sich, analog den Verhältnissen bei Rhabdosoma, bedeutendere Anhäufungen von gangliösen Zellen. Am rostralen Ende, wo die Spitzen der beiden Hemisphären etwas

seitlich auseinandergebogen sind, dringt der gangliöse Rindenbelag, wie die Textfig. 35 und 37 dartun, zwischen die Hirnhälften ein, dorsale und ventrale Ganglienmasse durch einen schmalen Streifen verbindend. Auch das ist nur eine Rekapitulation der Verhältnisse bei Rhabdosoma.

Dagegen tritt, was die Verteilung der Ganglienzellen in den Augenganglien anbelangt, eine kleine Modifikation ein. Diese wird dadurch bedingt, daß die Augenganglien von Oxycephalus nicht, wie dies bei Rhabdosoma der Fall ist, einen mehr oder weniger kreisrunden Querschnitt aufweisen, sondern einen halbmondähnlich geformten (Textfig. 36). Der zwischen beiden Ganglien gelegene runde Zwischenraum wird, wie wir später sehen werden, von Blutgefäßen erfüllt. Um diesen Zwischenraum liegen nun, und zwar besonders dicht auch hier wieder ober- und unterhalb desselben, die gangliösen Rindenzellen. Es ist also der zentrale Teil der optischen Ganglien nicht, wie bei Rhabdosoma, von fibrillärer Masse und eingedrungenen Rindenbelagszellen erfüllt, sondern wird von zwei nebeneinander gelegenen Blutgefäßen in Anspruch genommen. Das Blutgefäß, dem wir im Hirn von Rhabdosoma begegnen werden, ist nicht so groß wie das zwischen den Hirnhemisphären von Oxycephalus verlaufende und beeinflußt die Gestalt des Gehirns durchaus nicht. Ein in frontaler Richtung durch die Mitte des Hirns von Oxycephalus geführter Schnitt wird daher nicht, wie man das an Textfig. 40 an einem in gleicher Richtung durch ein Rhabdosomahirn geführten Schnitt sehen kann, die beiden Augenganglien dicht nebeneinander und nur durch zwei zarte Bindegewebslamellen getrennt zeigen. Vielmehr wird auf die, allerdings auch hier nicht weit auseinander gelegenen Bindegewebsscheiden nach beiden Seiten hin ein größerer Hohlraum, zum großen Teil von je einem Blutgefäß ausgefüllt, folgen, ehe man auf die Schichten gangliösen Rindenbelags stößt, die wir bei Rhabdosoma dicht nebeneinander liegen sahen.

Die paarigen Gruppen von bedeutend vergrößerten Ganglienzellen, die bei Phronima, wie auch bei Lanceola in der Sechszahl auftreten, finden wir bei den Oxycephaliden ebenfalls wieder. Auch hierbei mögen zuerst wieder die Verhältnisse, wie wir sie bei Rhabdosoma finden, charakterisiert sein, bevor auf die Riesenzellgruppen bei Oxycephalus eingegangen werden soll.

Es sei gleich vorausgeschickt, daß wir bei Rhabdosoma ebenfalls sechs, zu drei Paaren angeordnete derartige Gruppen nach-

weisen können. Diese stellen jedoch, abgesehen vielleicht von den zwischen primären Hirnganglion und Augenganglien gelegenen Gruppen, nicht so abgegrenzte und in sich abgeschlossene „Lager" dar, wie dies bei Lanceola oder Phronima der Fall ist. Vielmehr handelt es sich bei Rhabdosoma um größere Hirnkomplexe, in denen Riesenganglienzellen, untermischt mit gewöhnlichen Rindenbelagszellen, vorkommen. So sind namentlich die im folgenden an zweiter Stelle beschriebenen Riesenzellen im dorsalen Rindenbelag des Gehirns über eine große Strecke verstreut.

Eine erste, größere Gruppe von Riesenzellen läßt sich kurz nach Vereinigung der beiden Schlundkommissuren im seitlich-ventralen Teil des primären Hirnganglions konstatieren, und zwar an der Ursprungsstelle des ersten Antennennervenpaares. Diese Riesenganglienzellen, die an einer Stelle auftreten, wo sich der Antennennerv nur eben erst aus der umgebenden Fibrillensubstanz herauszudifferenzieren beginnt, und ihn zu beiden Seiten eine Strecke weit begleiten, treten in ganz geringer Zahl auf, so daß die Bezeichnung „Lager" cum grano salis zu verstehen ist. Gleichzeitig lassen sich nun an den durch diese Gegend des Rhabdosomahirns geführten Vertikalschnitten Lager von Rindenzellen im dorsalen Rindenbelag des Gehirns feststellen, die sowohl durch die Zahl der Ganglienzellen, als auch besonders durch deren tatsächlich riesige Größe frappieren. Sie erreichen etwa das zwei- bis dreifache der Riesenzellen am Ursprung der Antennennerven. Ein weiteres, mittelgroßes Lager riesiger Ganglienzellen läßt sich im rostralen Hirnteil an der Ansatzstelle der Augenganglien nachweisen. Dagegen war es nicht möglich, in den Augenganglien selbst auch nur Andeutungen von Riesenzellen zu konstatieren. Ich weiß sehr wohl, daß diese Feststellung von den Clausschen Befunden bei Phronima abweicht. Claus hat nämlich, wenn auch nur in ganz geringer Zahl, in dem an das primäre Hirn angrenzenden Teil des Augenganglions Riesenzellen nachweisen können. Er schreibt: „Endlich kommen Gruppen größerer Nervenzellen an der medialen Grenze des Augenganglions . . . vor."

Die Lage der drei Gruppenpaare von bedeutend vergrößerten Ganglienzellen bei Rhabdosoma weist mit der Anordnung der Riesenzellenlager bei Lanceola eine unverkennbare Übereinstimmung auf: In beiden Fällen finden sich paarweise angeordnete Riesenzellengruppen an den Austrittsstellen der Schlundkommissuren, an der Ursprungsstelle der vorderen Antennennerven und in der Nähe des zu den Augen leitenden Nervenbahnen.

Hier sei eingeschaltet, daß die Untersuchungen am Hirn von Oxycephalus genau die gleiche Verteilung der drei vorhandenen, nachweisbaren Paare von Riesenzellenlagern, wie bei Rhabdosoma, ergeben haben. Auch bei Oxycephalus zeichnen sich die im dorsalen Rindenbelag des Hirns auftretenden Riesenzellen durch ihre ganz enorme Größe aus. An den gleichen Stellen, wo ich für Rhabdosoma und Oxycephalus Gruppen von Riesenzellen antraf, hat auch Claus solche bei Phronima nachgewiesen; allerdings auch noch kleinere Lager an anderen Hirnpartien. Da sämtliche drei Riesenzellenanlagen sich an Stellen fanden, wo Nervenfaserzüge zu Sinnesorganen, wie Augen und Antennen, oder zu anderen Nervenzentren, wie dem Unterschlundganglion, abzweigen, so liegt der Gedanke nahe, beides als in gewissen Beziehungen zueinander stehend zu betrachten.

Als letzter Abschnitt des Kapitels über das zentrale Nervensystem der Oxycephaliden ist nun noch der fibrilläre Teil des Hirns, wie er sich uns in den „Lagern molekularer Punktsubstanz“ und in den Fibrillenzügen darbietet, zu betrachten. Dabei fällt schon bei flüchtiger Beobachtung die mächtige Ausdehnung der „Punktsubstanz“ auf. Gewaltige Lager dieser Substanz, viel ausgedehnter als wir sie bei Lanceola und Vibilia fanden, bemerken wir im primären Hirnabschnitt von Rhabdosoma sowohl, wie auch in den beiden Augenganglien. In Textfig. 41, einem Frontalschnitt durch das Gehirn und die optischen Ganglien von Rhabdosoma, ist die Verteilung der „Punktsubstanz“ angegeben. Der Schnitt, der durch einen fast medianen, ein wenig dorsalwärts liegenden Teil der Nervenmasse geführt ist, läßt in den Augenganglien je vier Paare von Lagern erkennen. Auf Grund weiter medianwärts geführter Schnitte läßt sich feststellen, daß die in Textfig. 41 mit 3 und 4 bezeichneten Gruppen von „Punktsubstanz“ nicht selbständige Lager sind, sondern in den tieferen Schichten des Gehirns miteinander kommunizieren, und nur zwei Vorwölbungen desselben Lagers darstellen.

Deutlich kann man erkennen, wie aus den einzelnen Lagern Nervenzüge ihren Austritt nehmen, um später in eine andere Gruppe überzutreten: Die Lager von „Punktsubstanz“ stehen also miteinander in Verbindung.

Auch im primären Hirnganglion können wir eine Reihe von „Punktsubstanzlagern“ feststellen, wenn sie auch nicht so deutlich und scharf umgrenzt sind wie die der Augenganglien. Vorerst sind zwei sehr kleine, an der Abzweigungsstelle der optischen

Ganglien gelegene derartige Gruppen zu registrieren. In Textfig. 41 sind sie mit 5 bezeichnet. Diesen beiden vorgelagert findet sich eine unpaare Gruppe, die nicht wesentlich größer ist als die eben erwähnten Lager und beiden Hemisphären zur Hälfte angehört. Schließlich sind noch zwei mächtig entwickelte, alle übrigen an Größe übertreffende „Punktsubstanzlager" zu erwähnen, die fast den ganzen, kaudalwärts gelegenen, zentralen Teil der Hirnhälften für sich in Anspruch nehmen. Wir können also für Rhabdosoma 11 Lager von „Punktsubstanz" konstatieren, von denen sechs, paarig geordnet, auf die beiden Augenganglien entfallen, während dem primären Hirn fünf zukommen, wovon eins unpaar gelegen ist. Auch Claus hat für Phronima 11 derartige Lager feststellen können, von denen ebenfalls sechs auf die Augenganglien kommen. Natürlich sind sie, entsprechend dem ganz verschiedenartigen Bau der Gehirne bei Phronima anders angeordnet als bei Rhabdosoma. Bemerkt muß jedoch werden, daß sich in beiden Fällen an den Ursprungsstellen der vorderen Antennennerven molekulare Punktsubstanz hat nachweisen lassen (Textfig. 30 und 41).

Bei Oxycephalus sind die gewaltigen, zentral in den Hemisphären liegenden Lager ganz besonders ausgebildet und sehr weit in den zentralen Teil des Gehirns verlagert. Die übrigen drei „Punktsubstanzlager", die wir im Gehirn der Rhabdosomen fanden, lassen sich an den gleichen Stellen bei Oxycephalus nachweisen. Auch was die Verteilung und Größe dieser „Lager" in den Augenganglien betrifft, so können die Verhältnisse bei Oxycephalus als fast identisch mit den bei Rhabdosoma beschriebenen bezeichnet werden. Nur durch die etwas veränderte Lage, die zum Teil durch das Auftreten von starken Blutgefäßen und die dadurch veranlaßte Änderung der äußeren Gestalt der optischen Ganglien hervorgerufen worden ist, können geringfügige Unterschiede zwischen beiden Oxycephaliden bezüglich ihrer „Punktsubstanzlager" konstatiert werden. Da sich diese Unterschiede, wie gesagt, nur auf die Lage beschränken, ist ihnen wohl kaum Bedeutung beizumessen. Während sich bei Rhabdosoma die Gruppen von „Punktsubstanz" direkt in der Mitte der im Querschnitt kreisrunden Augenganglien finden, sind sie bei Oxycephalus in die unteren Hörner der halbmondförmgen Ganglien verlagert, also sehr weit ventral gelegen. Diese ventrale Lagerung geht sogar so weit, daß sich die „Lager" nicht in der Mitte der unteren Hörner, sondern an deren unteren Rand, direkt unter der Bindegewebsscheide des Hirns befinden. Nach dem rostralen Ende der

Augenganglien zu ziehen sich die Punktsubstanzlager etwas an den äußeren Seiten nach oben.

Zuletzt muß nun noch einiges über die Züge der äußerst feinen Nervenfibrillen gesagt werden. Dabei ist leider auch hier wieder, wie schon für Lanceola und Vibilia, zu erwähnen, daß die überaus zarte Struktur des Hirns beim Fang der Tiere in Netzen oder durch irgendwelche anderen mechanischen Einwirkungen zu stark in Mitleidenschaft gezogen war, als daß sich auch nur annähernd so ins Einzelne gehende Feststellungen hätten erheben lassen, wie es Claus für die ihm jederzeit lebend zugängigen Phronimiden getan hat. Dieser Forscher gibt ja selbst an, daß er seine Beobachtungen zumeist an aufgehellten Gehirnen bzw. Ganglien gemacht und nur wenig nach Schnitten gearbeitet hat. Mir war das leider wegen der sehr geringen Durchsichtigkeit unmöglich. Jedoch ließen sich auch für die Oxycephaliden wenigstens die wesentlichsten Fibrillenzüge feststellen. Daß sich auch im Verlauf der Nervenfibrillen des Hirns Rhabdosoma und Oxycephalus sehr ähneln, war wohl von vornherein zu erwarten.

Die beiden Hemisphären sind durch mächtige Fibrillenbänder miteinander verbunden; diese sind besonders im zentralen Teil des Gehirns mächtig ausgebildet, fehlen aber auch den mehr dorsal und ventral gelegenen Schichten keineswegs. Die einzelnen Fibrillen lassen sich durch das ganze Gehirn verfolgen und verlaufen an dessen äußeren Seiten zwischen den hin und wieder auftretenden Kernen gangliöser Natur. Die in den beiden Schlundkommissuren enthaltenen Nervenfibrillen breiten sich bei ihrem Eintritt in das Gehirn fächerförmig nach allen Seiten aus. Analog den Verhältnissen bei Lanceola und Vibilia tritt auch hier der eine Teil an die peripheren Hirnpartien heran, zwischen dem gangliösen Rindenbelag verlaufend, der weitaus größere Teil zieht jedoch in mehreren, scharf voneinander abgegrenzten Bändern nach dem medianen Teil des Gehirns und strahlt hier — auf Frontalschnitten sehr schön sichtbar — in die beiden gewaltigen Lager von „Marksubstanz“ ein (Textfig. 41). Nachdem sie sich zwischen der äußerst feinen Substanz verschlungen und verbogen haben, wie das bereits beschrieben ist, treten sie als mächtige Bänder am rostralen Ende der „Punktsubstanzlager“ wieder heraus und laufen, einzelne Fibrillen in die übrigen „Marklager“ des primären Hirnganglions entsendend, den Augenganglien zu. Ein Teil der Schlundkommissuren-Nervenfibrillen tritt augenscheinlich in die zu den Antennae superiores führenden Nerven ein. Die in die Augenganglien ein-

tretenden Nervenfäden passieren nacheinander die verschiedenen „Marklager“ — einzelne Fibrillen laufen auch neben diesen weg — sie so untereinander verbindend. Aus dem letzten, in Textfig. 41 mit 1 bezeichneten „Marklager“ treten dann die Fibrillen in den, an dieser Stelle besonders mächtig ausgebildeten gangliösen Rindenbelag ein. Was die in die Nerven der statischen Organe eintretenden Fibrillärzüge anbetrifft, so sei auf später verwiesen.

### c) Schlundkommissur.

Die Schlundkommissuren verbinden, ganz dicht nebeneinander liegend, Hirn und Unterschlundganglion. Umschlossen sind die beiden mächtigen Stränge von einer kräftigen, reichlich mit Kernen versehenen Bindegewebsscheide. Die peripher gelagerten Zellkerne gangliöser Natur, die sich bei Lanceola und Vibilia vorfanden, sind in den Schlundkommissuren der Oxycephaliden nur in geringer Zahl vorhanden, wenn man von den Rindenzellen an der Eintrittsstelle ins Gehirn absieht.

Von den Schlundkommissuren zweigt bei Rhabdosoma ein Nervenpaar ab und verläuft in dorsaler Richtung an die Peripherie des Kopfes. Hier liegt, direkt unter der Chitinschicht, eine Gruppe von verhältnismäßig kleinen, mit sehr stark färbbaren Kernen ausgerüsteten Zellen, in die der kräftige Nerv einmündet. Welche Bedeutung diesem eigentümlichen Organ beizumessen ist, vermag ich nicht zu entscheiden. Kurz hinter dem eben beschriebenen Nervenpaar entspringt ein zweites auf der Ventralseite der Kommissuren. Es ist bedeutend schwächer und verläuft nach unten, dabei ein wenig kaudale Richtung nehmend und an die zwei kräftigen Blutgefäße herantretend. Die Nerven, welche die Mundgliedmaßen innervieren, und die wir bereits bei Phronima und Lanceola in die Kommissuren heraufgerückt fanden, nehmen auch bei Rhabdosnma ihren Ursprung von der Schlundkommissur, allerdings ganz kurz vor deren Einstrahlen in das Unterschlundganglion, nämlich von der Stelle aus, wo sich die Kommissur in einem fast R nach oben biegt. Bei Oxycephalus entspringt der ventralen Seite, kurz vor der Vereinigung der Kommissuren zum Gehirn, ein ganz gewaltiges Nervenpaar, das in schräger Richtung nach unten verstreicht. Nach kurzer Zeit biegt es um und verläuft beiderseits parallel den Kommissuren nach vorn zu (Textfig. 6), eingebettet in das anscheinend an Drüsen sehr reiche Gewebe, in dem wir schon die vorderen Antennennerven verlaufen sahen. In diesem Gewebe können wir die zwei Nerven bis sehr weit nach

vorn — ein ganzes Stück bis über den vorderen Teil der Augenganglien — verfolgen, ohne daß jedoch festzustellen war, ob sie irgendein besonderes Sinnesorgan innervieren. Schließlich ist noch zu bemerken, daß auch bei Oxycephalus die Innervierung der Mundpartien ihren Ursprung von der Kommissur aus nimmt. Ein kurzer aber sehr kräftiger Nerv entspringt dem ventralen Teil der Innenseite der Schlundkommissur, um direkt in die Mundregion einzustrahlen.

## B. Bauchganglienkette.

### 1. Allgemeines.

Was die Zahl und Anordnung der Bauchganglien anbetrifft, so kann im allgemeinen wohl der Satz gelten, daß sie der Segmentierung des Körpers entsprechen. Wenn dies nun auch oft zutrifft, so gibt es doch eine große Anzahl von Ausnahmen, namentlich betreffs der Mittelleibsganglien, die oft in größerer Zahl verschmolzen oder wenigstens so nahe aneinander gerückt sind, daß von einer „den Segmenten entsprechenden Anordung" kaum noch die Rede sein kann. Gerstaecker[9]) gibt als das reguläre Verhalten die Zahl der Ganglien, die wir bei Gammarus finden, an. Dieser besitzt, abgesehen vom Gehirn und Unterschlundganglion, die beide im Kopfe gelegen sind, 11 Bauchganglien, von denen sieben auf die Segmente des Mittelleibes, die übrigen vier auf den Hinterleib kommen. Diese Zahl findet sich nun bei den wenigsten Amphipoden wieder; vielmehr ist sie in den allermeisten Fällen, zum Teil sogar sehr stark reduziert. So finden wir z. B. bei Lanceola, inklusive Gehirn und Unterschlundganglion, nur 12 Ganglien (2:6:4); bei Phronima 11 (2:5:4); 10 Ganglien besitzen Vibilia (2:4:4) und Rhabdosoma (2:5:3), während schließlich Oxycephalus gar nur noch deren 9 (2:4:3) hat. Die Größe der Ganglien variiert natürlich, was infolge der Verschmelzungen leicht verständlich ist. So zeichnen sich fast immer Ober- und Unterschlundganglion durch ihre bedeutende Größe aus, und auch das letzte Hinterleibsganglion, das ja eine größere Anzahl von Segmenten innervieren muß — bei Goplana sind es z. B. die letzten vier Segmente — übertrifft meist die anderen Bauchganglien an Größe.

9) „Isopoda. Amphipoda." Bronn, „Klassen des Tierreichs", Bd. V, 2.

Soweit es sich um die dem Bauchmark entspringenden Nerven handelt, können wir zwei Arten unterscheiden: Entweder nehmen diese Nervenäste ihren Ursprung lediglich aus den Ganglien — dies ist z. B. bei Phronima der Fall — oder, und das ist das ursprünglichere Verhalten, sie entspringen auch von den die Ganglien verbindenden Kommissuren. Ein Beispiel hierfür wäre Oxycephalus. Stets ist die Ganglienkette, analog dem Gehirn, von einer glashellen bindegewebigen Schicht umschlossen, die sich der nervösen Substanz nicht fest anschmiegt, sondern ihr, wie wir dies schon am Gehirn von Vibilia und Lanceola sehen konnten, lose anliegt.

Wie bei der Besprechung des Gehirns sollen auch bei der Behandlung des peripheren Nervensystems zuerst Lanceola und Vibilia betrachtet werden. Dabei wird wiederum hin und wieder auf die Claussche Phronimidenarbeit Bezug genommen werden müssen.

### 2. Lanceola.

Wenn Gerstaecker schreibt: „Das Gehirn steht dem Unterschlundganglion an Größe nicht merklich voran", so trifft diese

Textfig. 42. Lanceola Cl. Bauchganglienkette.

Behauptung, soweit es sich um Lanceola handelt, nicht zu. Obwohl man auch hier das Unterschlundganglion als ein kräftiges, die übrigen Bauchganglien an Größe jedenfalls weit übertreffendes Nervenzentrum bezeichnen kann, so erreicht es doch nur wenig mehr als ein Drittel der Größe des Gehirns. Auch bei den anderen drei von mir behandelten Amphipoden ist das Verhältnis zwischen der Größe des Hirns und Unterschlundganglions ein ähnliches. Das sei nur beiläufig erwähnt.

Den Befunden über die Seitennerven und der Histologie des peripheren Nervensystems mag eine kurze Beschreibung der Lage und Größe der einzelnen Ganglien vorausgehen. Dabei sei auf die Textfig. 42 verwiesen.

Dem Gehirn, das, wie wir sahen, noch deutlich seine Verschmelzung aus drei mächtigen Ganglienpaaren erkennen läßt, folgt, durch kräftige Kommissuren verbunden, das Unterschlund-

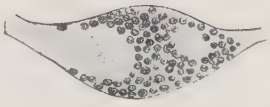
ganglion, welches ebenfalls aus mehreren Ganglien besteht, wie außer seiner Größe auch noch aus anderen, späterhin zu erörternden Faktoren ersichtlich ist. Die sechs Mittelleibsganglien sind nicht regelmäßig verteilt. Das erste, um ein Bedeutendes kleiner als das Unterschlundganglion, aber immerhin noch verhältnismäßig groß, ist ganz dicht an dieses herangerückt, so daß sich zwischen beiden kaum noch die Kommissur erkennen läßt. Dagegen ist das zweite Mittelleibsganglion, das sich vor den übrigen Bauchganglien durch seine ganz besondere Größe auszeichnet, sowohl vom vorhergehenden als auch vom folgenden dritten Mittelleibsganglion durch einen auffallend großen Zwischenraum getrennt. Auf das sehr kleine dritte Ganglion folgen dann in ziemlich gleichmäßigen Intervallen die drei letzten, mittelgroßen Ganglien der Brustregion. Hinter dem letzten Mittelleibsganglion liegt in einiger Entfernung das erste, und hinter diesem in etwa gleicher Distanz das zweite und dritte Hinterleibsganglion. Während dieses den vorhergehenden Ganglien an Größe etwas nachsteht, übertrifft das letzte, vierte Ganglion, alle vorausgehenden um ein ganz Beträchtliches. Wie schon angedeutet, hängt das damit zusammen, daß es nicht, wie die übrigen, nur ein Segment zu innervieren hat, sondern deren drei bis vier. Dieses letzte Ganglion folgt direkt auf das vorhergehende, scheint sogar bei einigen Individuen bereits etwas mit diesem verschmolzen zu sein.

Die Kommissuren, welche die einzelnen Ganglien miteinander verbinden, verschmelzen bei Lanceola nirgends, lassen sich vielmehr bis zum letzten Hinterleibsganglion als zwei kräftige, nebeneinander laufende Stränge unterscheiden. Ihr Bau entspricht dem der Schlundkommissuren. Auch die Nervenstränge der Bauchganglienkette sind von einer Bindegewebsscheide umschlossen, in der sich vereinzelt Kerne nachweisen lassen. Im Innern zieht die — kernfreie — Fibrillärsubstanz, wogegen der periphere Teil reichlich mit Ganglienkernen versorgt ist. Die Längskommissuren zwischen den Thorakalganglien entsenden keine Nervenäste, im Gegensatz zu Vibilia und den Oxycephaliden, wie wir sehen werden. Dagegen finden sich an den Längskommissuren der Abdominalganglien auch bei Lanceola abzweigende Nerven; so entspringt ein besonders kräftiger Nerv an der Außenseite der Kommissuren zwischen dem zweiten und dritten Hinterleibsganglion. Diese Seitennerven der Abdominalkommissuren verlaufen nach hinten und etwas nach unten.

Für Phronima hat Claus genau dieselben Verhältnisse festgestellt, nur daß hier der Verlauf der Seitennerven nach oben gerichtet ist: „Aus den Längskommissuren der Thorakalganglien kommen bei Phronima keine Zwischennerven hervor . . . . . Dagegen bemerkt man den Austritt von Seitennerven an den Längskommissuren der Abdominalganglien, und zwar versorgen diese Nerven, dorsalwärts aufsteigend, die Muskulatur der Abdominalsegmente."

Unterschlundganglion: Auf Sagittalschnitten konstatieren wir, daß dieses Ganglion mit dem folgenden Ganglienpaar verschmolzen ist. Es ist wiederum insbesondere die Verteilung der Ganglienkerne, die diese Feststellung ermöglicht. Textfig. 43 läßt genau erkennen, daß die fibrilläre Partie des Unterschlundganglions durch Ganglienkerne in zwei Teile getrennt ist, die sich somit, im Gegensatz zu sämtlichen anderen Beobachtungen im Innern der Nervenmasse finden. Das spricht klar dafür, daß das Unterschlundganglion ein Verschmelzungsprodukt aus mehreren Ganglien ist. Während auf Sagittalschnitten, wie aus Textfig. 43 ersichtlich, die

Textfig. 43. Lanceola Cl. Sagittalschnitt durchs Unterschlundganglion.



Textfig. 44. Lanceola Cl. Frontalschnitt durchs Unterschlundganglion.

zwei verschmolzenen Ganglien nicht durch die geringste Einbuchtung gegeneinander abgesetzt sind, kann man auf Frontalschnitten zwischen den seitlich verschmolzenen Ganglienpaaren sowohl auf der dorsalen als auch auf der ventralen Seite eine tiefe Furche beobachten, welche beweist, daß die seitliche Verschmelzung noch nicht soweit vorgeschritten ist, wie die rostralkaudale (Textfig. 44). Claus hat festgestellt, daß bei Phronima das Unterschlundganglion aus sechs respektive sieben Ganglien verschmolzen ist. Es sind nach ihm die „Ganglien, welche zu den Nerven der beiden Guathopodenpaare gehören, also den aufgenommenen Ganglien der beiden vorderen Brustsegmente entsprechen. Aber auch die vorausgehenden Ganglienlager der Kiefersegmente sind, wenn auch minder deutlich, als quere Abteilungen erkennbar". Da Claus auch noch die „Nerven des zweiten Antennenpaares auf ein infraösophageales Zentrum be-

zieht", kommt er zu sieben Ganglienpaaren. Wie schon ein Vergleich der oben angeführten Formeln für die Verteilung der Ganglien angibt — Lanceola 2:6:4 und Phronima 2:5:4 — ist bei Lanceola das zweite Mittelleibsganglion, obwohl, wie wir sahen, sehr nahe an das Unterschlundganglion herangerückt, noch nicht mit diesem verschmolzen. Demnach würde bei Lanceola das Unterschlundganglion das Verschmelzungsprodukt von vier Ganglien sein, da ja die zu den Antennae posteriores führenden Nerven ihren Ursprung vom untersten Teil des Gehirns nehmen, und nicht, wie bei Phronima, aus der vordersten Partie des Unterschlundganglions. Dessen Gestalt ist übrigens, wie auch die der anderen Ganglien, im Längsschnitt oval, im Querschnitt auf der Dorsalseite sehr stark, auf der ventralen Seite weniger eingeschnitten.

Was die Gewebselemente anbelangt, welche in den Thorakal- und Abdominalganglien auftreten, so treffen wir dieselben Formen von Nervenzellen an, deren ich bereits bei der Besprechung des Gehirns gedachte. Insonderheit läßt die Verteilung des gangliösen Rindenbelags eine auffallende Ähnlichkeit mit der Anordnung der Rindenzellen im Gehirn erkennen. Es ist namentlich die Ventralseite der Ganglien, welche sich durch einen außerordentlich starken, mehrschichtigen Rindenzellenbelag auszeichnet. Auch die seitlichen Partien, besonders die kaudal gelegene Seite der Ganglien, weist einen dichten Belag von Rindenzellen auf. Dagegen fehlen diese fast vollkommen auf der Dorsalseite. Hier liegt die Bindegewebsscheide direkt der Fibrillärsubstanz auf, und nur hin und wieder findet sich ein Ganglienkern. Die zentral gelegenen Teile der Ganglien sind, ebenso wie die des Gehirns, frei von Zel kernen. Im Gegensatz dazu kann man eine stärkere Anhäufung des gangliösen Rindenbelags an den Ein- und Austrittsstellen der Kommissuren und an den Abzweigungsstellen der seitlichen Nerven bemerken.

Die Riesenzellen, die wir im Hirn verteilt sahen, treffen wir auch in den Bauchganglien, zum Teil in ganz gewaltiger Größe an. Die größten sind in der starken Schicht des Rindenbelags gelegen, welcher die Ventralseite der Ganglien einnimmt; und zwar findet sich immer je eine Riesenzelle in jeder Hälfte des Doppelganglions. Sodann können wir noch an der Aus- und Eintrittsstelle der Längskommissuren je eine, im ganzen also vier Riesenzellen nachweisen, die übrigens auch Claus bei Phronima

an denselben Stellen gefunden hat, wogegen er von den an erster Stelle erwähnten, überaus großen Riesenzellen, nichts berichtet.

Eine weitere Abweichung von den durch Claus bei Phronima festgestellten Tatsachen besteht darin, daß wir bei Lanceola den Ganglienrindenbelag nicht in verschiedene „Ganglienlager" einzuteilen vermögen, da dieser hier das ganze Doppelganglion einheitlich und ohne Unterbrechung, bis auf die Dorsalseite, schalenförmig umschließt. Claus hat bekanntlich sechs paarig angeordnete „Ganglienlager" beschrieben; von ihnen liegt ein Paar zwischen den beiden Längskommissuren, die übrigen vier Lager zwischen Längskommissur und seitlich abzweigenden Nerven. Allerdings gibt Claus an, daß diese sämtlichen Lager durch eine oberflächliche Lage von Ganglienzellen in Kontinuität stehen, und nur „an der dorsalen Seite durch die hier zutage tretenden fibrillären Züge getrennt bleiben".

Betreffs der Fibrillärsubstanz der Ganglien ist vor allen Dingen zu bemerken, daß auch in den Bauchganglien, wie im Gehirn, mächtige, besonders im zentralen Teil des Ganglions stark entwickelte Bänder und Stränge die beiden Hemisphären miteinander verbinden. Diese scheinen sich — und das würde den Clausschen Befunden bei Phronima entsprechen — in sehr spitzem Winkel zu kreuzen. Die Nervenfasern, welche in den Längskommissuren parallel neben einander verstreichen, strahlen kurz nach ihrem Eintritt in ein gewaltiges Lager, welches von der „Punktsubstanz Leydigs" gebildet wird und fast den ganzen inneren Teil der zwei Ganglienhälften erfüllt. Während ein Teil der Nervenfibrillen sich in der bereits weiter oben beschriebenen Weise verschlingt, tritt ein anderer Teil direkt durch das Lager molekularer Punktsubstanz hindurch, und, zusammen mit den verschlungenen Nervenfäden, aus dem Ganglion in die Längskommissur ein. Nach Claus tritt bei Phronima „die Punktsubstanz auf Kosten der bestimmt ausgeprägten Züge von Nervenfibrillen bedeutend zurück"; bei Lanceola dürften beide sich bezüglich ihrer Ausdehnung die Wage halten. Denn obwohl auch bei Phronima „den Kern jedes Ganglions Zentren von Punktsubstanz bilden", sind diese doch bedeutend weniger entwickelt als bei Lanceola, und treten tatsächlich gegenüber den Fibrillenzügen stark zurück.

Die Ansicht von Claus über die Bedeutung der „Punktsubstanz" möge hier angeführt sein: „Das vermeintliche Netzwerk der Punktsubstanz repräsentiert nicht die Zentren, aus welchen

die peripherischen Nerven hervorgehen, sondern könnte nur das Kommunikationssystem der zentralen Herde der Nervenerregung, der Ganglienzellen sein, deren Nervenfortsätze als Wurzeln in die peripherischen Nervenbahnen übergehen. Wahrscheinlich aber handelt es sich in der Punktmasse zum größeren Teile um eine bindegewebige, der Neuroglia der Vertebraten vergleichbare Substanz, zu der die kleinen, ovalen Kerne gehören, welche im Innern der Marklager auftreten."

### 3. Vibilia.

Sahen wir in Form und Bau des Gehirns eine ziemlich weitgehende Übereinstimmung zwischen Lanceola und Vibilia, so fällt um so mehr der gewaltige Unterschied der Gestalt, wie der histologischen Verhältnisse im peripheren Nervensystem beider Hyperiden auf. Man wolle zu den folgenden Erörterungen die Textfig. 45 zum Vergleiche heranziehen.

Schon was die Zahl der Bauchganglien anbetrifft, so finden wir dieselben bei Vibilia auf acht reduziert, und zwar entfallen

Textfig. 45. Vibilia arm. Bauchganglienkette.

vier auf die Thoraxsegmente und vier auf die Abdominalglieder. Die Gestalt des einzelnen Ganglions ist im Sagittalschnitt langgezogen oval, im Frontalschnitt gleichfalls von ovaler Gestalt und nur die letzten beiden Ganglien sind an dem Ein- und Austritt der Längskommissuren auf der Dorsalseite etwas eingebuchtet. Die vier ziemlich großen Thorakalganglien folgen in ganz kurzen Abständen aufeinander; insonderheit folgt das erste Brustganglion so kurz auf das Unterschlundganglion, daß man kaum eine Kommissur zwischen beiden bemerken kann. Auch die drei übrigen Thorakalganglien folgen in sehr kurzen Zwischenräumen; dagegen liegen das vierte Brust- und das erste Abdominalganglion sehr weit auseinander. Die vier Ganglien des Abdomens liegen in gleichen Entfernungen und zeichnen sich, namentlich das dritte, durch ihre beträchtliche Größe aus.

Höchst eigenartig ist das Verhalten der verbindenden Längskommissuren: Diese sind nämlich von ihrem Austritt aus dem Unterschlundganglion bis zu ihrem Eintritt in das zweite Abdo-

minalganglion miteinander verschmolzen, im Gegensatz zu Lanceola, wo wir ja bis zum letzten Hinterleibsganglion die Längskommissuren von Anfang an als zwei gesonderte Stränge verfolgen konnten. Erst zwischen dem sechsten und siebenten Bauchganglion können wir bei den Vibiliden zwei Kommissurenstränge nachweisen. Einen äußerst eigentümlichen Anblick gewährt, wie die Textfig. 46 zeigt, ein Querschnitt durch die verschmolzene Längskommissur. Umgeben von der üblichen, glashellen Bindegewebsscheide, weist nicht nur die beträchtliche Größe darauf hin, daß der Nervenstrang ein Verschmelzungsprodukt darstellt, sondern auch eine äußerst feine Bindegewebslamelle, die, mitten durch den Nervenstrang führend, denselben in zwei gleich große Teile zerlegt. Auf dieser Bindegewebslamelle, die nur in der Kommissur, nicht aber auch in den Ganglien anzutreffen ist, und links und rechts neben ihr liegen dunkelblau gefärbte, meist runde oder ovale Kerne, deren bindegewebige Natur zweifellos ist. Diese Kerne begleiten dann noch die Innenseite der umgebenden Bindegewebsscheide auf der ventralen Seite des Ganglions bis etwa zur Mitte. Die Bindegewebsscheide, welche übrigens stark gefaltet ist und sich stellenweise sehr weit von der Nervenmasse abhebt, scheint auch der Ausgangsort der beschriebenen Bindegewebslamelle zu sein.

Textfig. 46. Vibilia arm. Kommissur.

Das bei weitem größte und aus einer ganzen Anzahl von Thorakalganglien verschmolzene Nervenzentrum ist das Unterschlundganglion. Es hat bei Vibilia vor allen Dingen auch die Aufgabe, die Innervierung der Mundregion zu besorgen, im Gegensatz zu Lanceola, wo die Mundnerven der Innenseite der Schlundkommissur entsprangen. Bei Vibilia nehmen sie ihren Ursprung aus einer sehr weit rostral gelegenen Partie des Unterschlundganglions, und zwar entspringen sie als paarige, kräftige Stränge der Ventralseite desselben. Während sonst, wie das auch bei Lanceola und Phronima der Fall ist, jedem Ganglion rechts und links nur je ein Nerv entspringt, dessen Zweige die Muskeln des zugehörigen Segments und der Beine innervieren, machen die Unterschlundganglien, und das ist ein weiterer Beweis ihrer Verschmelzung, aus mehreren Thorakalganglien, meist insofern eine Ausnahme, als aus ihnen eine größere Zahl von Seitennerven entspringt. Bei Phronima waren es deren sieben, bei Lanceola vier und bei Vibilia schließlich sind es deren nicht weniger als 10.

Außer den beiden Kiefernerven entspringen nämlich noch vier Paare seitlicher Nervenäste, und zwar drei Paare in kurzen Zwischenräumen hintereinander, das vierte Paar am äußersten kaudalen Ende des Ganglions. Somit würden mit dem unteren Schlundganglion von Vibilia im ganzen drei Thorakaldoppelganglien verschmolzen sein, was die Annahme GERSTAECKERS, der als ursprüngliches Verhalten sieben Thorakalganglien annimmt, bestätigen würde.

Ein weiterer, bei aufmerksamer Betrachtung sofort ins Auge springender Unterschied zwischen dem peripheren Nervensystem von Lanceola und Vibilia besteht in der Häufigkeit und Anordnung des gangliösen Rindenbelags. Wir sahen, daß bei Lanceola nicht allein die Ganglien — besonders an ihren ventralen und seitlichen Partien — in mehreren Schichten von Rindenzellen umlagert, sondern auch die Längskommissuren an ihrer Peripherie reichlich mit gangliösen Belagszellen versehen waren. Dagegen vermissen wir bei Vibilia in den Längskommissuren fast vollkommen die gangliösen Rindenzellen. Nur ganz vereinzelt finden sich neben den bindegewebigen Kernen andere Kerne, die sich von jenen sowohl durch ihre beträchtlichere Größe unterscheiden, als sich auch durch ihre deutlich erkennbare, netzartige Chromatinstruktur als Rindenbelagszellen dokumentieren.

Etwas häufiger als in den Kommissuren finden wir an den Ganglien die Rindenzellen vor. Allerdings treffen wir sie auch hier nicht annähernd so häufig an wie in den Bauchganglien von Lanceola. Wie dort, so ist es auch bei Vibilia besonders die Ventralseite, an der sich die Ganglienzellen einigermaßen häufen. In zwei Schichten, untermischt von Bindegewebskernen, bedecken sie die Unterseite der Ganglien. Nächst dieser Stelle sind es namentlich noch, wie schon bei Lanceola, die Ein- und Austrittsstelle der Kommissur, an denen sich die Belagszellen etwas dichter drängen. Die Dorsalseite ist auch bei Vibilia frei von Zellkernen, wenigstens soweit die Thorakalganglien in Betracht kommen; die Abdominalganglien, die überhaupt etwas reichlicher mit Rindenbelagszellen ausgestattet zu sein scheinen, weisen auch auf ihrer Rückenseite einen dünnen, einschichtigen Belag von Ganglienzellen auf.

Sind also die Rindenbelagszellen gegenüber denen der Lanceoliden in der Minderzahl, so fällt andererseits das häufige Auftreten von Riesenzellen in den Ganglien von Vibilia auf. Wenn sie auch nicht so gewaltige Größe erreichen, wie die erwähnten größten Riesenzellen auf der Ventralseite der Lanceolaganglien,

so zeichnen sie sich doch vor den übrigen Ganglienzellen durch ihre Größe aus. Ihre Verteilung ist dieselbe wie bei Lanceola: Außer zwischen den ventralen Rindenbelagszellen, wo sich die Riesenzellen in ziemlich stattlicher Zahl verteilt finden, sind es wiederum Ein- und Austrittsstellen der Längskommissur, an denen die Riesenzellen auftreten. Merkwürdigerweise kann man sogar hin und wieder zwischen den wenigen, auf der Dorsalseite der Ganglien gelegenen Rindenbelagszellen eine Riesenzelle antreffen.

Wenn sich nun auch betreffs der Anordnung und Zahl der Ganglien und der beiderseitigen Rindensubstanz zwischen Lanceola und Vibilia beträchtliche Unterschiede haben konstatieren lassen, so ist andererseits wieder bezüglich des Verlaufs der Nervenfibrillen und der Verteilung der Punktsubstanz eine weitgehende Gleichheit bei beiden Hyperiden festzustellen. Das Zentrum eines jeden Ganglions ist auch bei Vibilia von einem Kern von „Punktsubstanz" ausgefüllt. Durch diesen treten die in den Kommissuren parallel laufenden Fibrillen teils direkt hindurch, teils verbiegen und verschlingen sie sich erst. Die Marksubstanz erfüllt bei Vibilia das ganze Ganglion, soweit es nicht von den Rindenbelagszellen in Anspruch genommen wird. Jedenfalls aber tritt die Molekularsubstanz auf Kosten der „bestimmt ausgeprägten Züge von Nervenfibrillen" stark in den Vordergrund. Selbst die kräftigen Nervenstränge, die bei Lanceola die beiden Hälften der Doppelganglien verbanden und namentlich im zentralen Teil der Ganglien zu mächtigen Bändern entwickelt waren, vermissen wir in den Ganglien von Vibilia. Denn wenn man hier unter starker Vergrößerung auch einige Fibrillen bemerken kann, die die Ganglien in der Richtung von links nach rechts durchziehen, so nehmen diese doch nirgends die Form von auch nur schwachen Bändern an. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß wir bei Vibilia kein Doppelganglion mehr haben wie bei Lanceola, dessen beide, doch immerhin stark voneinander abgesetzte Hälften einer festeren Verbindung bedürfen, sondern ein einheitliches, durch keine Einschnürungen unterbrochenes Ganze. Die Fibrillen der seitlich aus den Ganglien ausstrahlenden Nerven lassen sich zum Teil bis fast ins Zentrum des Punktsubstanzkerns verfolgen. Es sind dies vermutlich die Nervenfibrillen, welche aus der eintretenden Längskommissur — seitlich umbiegend — in die Seitennerven einstrahlen. Ein anderer Teil der Seitennervenfibrillen verläuft in den Rindenbelagszellen, aus denen sie nach Claus ihren Ursprung nehmen; er schreibt darüber: „Der bei weitem größere Teil der

Faserzüge, welche in den Seitennerven eintreten, wurzelt in den Elementen des Ganglions selbst . . . in den Nervenfortsätzen der Ganglienzellen, . . . welche dieselben als ein doppeltes System sich kreuzender Querfasern nach der entgegengesetzten Hälfte des Doppelganglions in die Seitennerven entsenden."

Claus hat für Phronima, wie schon angedeutet, festgestellt, daß zwar die Längskommissuren der Abdominalganglien Seitennerven entsenden, dagegen die Kommissuren der Thorakalganglien dies nicht tun. Dieselben Verhältnisse konnte ich für Lanceola nachweisen. Anders dagegen ist es bei Vibilia. Hier lassen sich auch für die Kommissuren der Thorakalganglien Seitennerven konstatieren, und zwar zweigen zwischen zwei Thorakalganglien zwei Seitennerven — je einer nach rechts und nach links — ab. Dasselbe primäre Verhalten zeigen uns auch die Oxycephaliden.

### Oxycephalus und Rhabdosoma.

Zunächst auch hier wieder einige Bemerkungen über Gestalt und Anordnung des peripheren Nervensystems. Was die Zahl der Ganglien anbelangt, so beträgt diese, außer Gehirn und Unterschlundganglion, bei Rhabdosoma 8, bei Oxycephalus gar nur 7. Von diesen entfallen 5, bezüglich 4 auf die Thorakalsegmente und je 3 auf das Abdomen. Es soll zuerst auf die Verhältnisse, wie wir sie bei Rhabdosoma antreffen, eingegangen werden, und sodann mit diesen die Befunde an Oxycephalus verglichen werden.

#### 4. Rhabdosoma.

Bei Rhabdosoma ist die Anordnung der Ganglien derart, daß auf das mächtige Unterschlundganglion die ersten drei Thorakalganglien in etwa gleichen, leidlich großen Abständen folgen. Etwas größer ist der Zwischenraum zwischen dem dritten und vierten Ganglion, während das fünfte Thorakalganglion direkt auf das vorletzte folgt. Die ersten vier Ganglien liegen am Ende je eines Brustsegmentes, das fünfte am Anfang eines solchen. Das erste Abdominalganglion ist vom letzten Thorakalganglion durch eine mächtig lang ausgedehnte Kommissur getrennt, und auch das zweite und dritte Ganglion des Hinterteils folgen dem ersten bzw. zweiten in sehr großer Entfernung. Die großen Zwischenräume, in denen die Ganglien sowohl der Brustregion als auch namentlich des Abdomens aufeinander folgen, werden natürlich durch die abenteuerlich lang ausgestreckte Gestalt der Rhabdo-

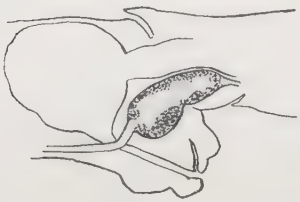
somen veranlaßt. Als eine Folge dieser langgedehnten Gestalt darf es wohl auch angesehen werden, daß die Form der Ganglien, namentlich auch der Abdominalganglien, sich auf Sagittalschnitten nicht wie bei Lanceola und Vibilia als oval präsentiert, sondern auffallend lang ausgezogen ist. Im Querschnitt sind die Ganglien oval.

Diese Form deutet schon im Gegensatz zu den durch tiefe Einschnitte zweigeteilten Ganglien von Lanceola darauf hin, daß die Längskommissuren verschmolzen sind. Und in der Tat bilden sie vom Unterschlundganglion an bis zum letzten Abdominalganglion einen einzigen, kräftigen Strang. Dieser erinnert in seinem Bau stark an die Längskommissuren von Vibilia. Wie diese, so ist auch er fast vollkommen frei von den gangliösen Zellen des Rindenbelags; nur ganz vereinzelt konnte ich auf wenigen Schnitten Rindenbelagskerne feststellen, die, auf der Peripherie der Kommissur liegend, sich besonders ventral gelagert fanden. Etwas häufiger konnte ich sie kurz vor dem Einstrahlen des Nervenstranges in die Ganglien wahrnehmen, wo sie bisweilen die Bauchseite der Längskommissur in zwei Schichten bedeckten. Im großen und ganzen aber reicht die Fibrillärsubstanz — es sind auch bei Rhabdosoma parallel nebeneinander laufende Faserzüge — bis direkt an die beide verschmolzene Längsstränge gemeinsam umschließende Bindegewebshülle, die, gefaltet und eingebuchtet, die Kommissur, lose aufliegend, umhüllt. Neben den, wie gesagt, spärlich verteilten Rindenbelagskernen finden wir — analog den Verhältnissen bei Vibilia — noch kleine, rundliche oder längliche Bindegewebskerne, die zum Teil gleichfalls peripher gelagert sind und die ventralen sowie seitlichen Partien des Nervenstranges bekleiden. Zum Teil jedoch finden wir sie auch im Innern der Kommissur auf einer dünnen Bindegewebslamelle gelegen, die, wenn auch ungleich schwächer und undeutlicher als bei Vibilia, so doch immerhin noch gut nachzuweisen ist. Sie findet sich insonderheit in der Längskommissur, läßt sich aber auch bis in die Ausläufer der Ganglien verfolgen. Während sie sich an manchen Stellen von der Bauchfläche nur bis zur Mitte der Kommissur erstreckt, durchzieht sie dieselbe an anderen Stellen vollkommen von der Ventral- bis zur Dorsalseite, sie so in zwei Teile zerlegend.

Wir treffen auch bezüglich der von den Längskommissuren abzweigenden Nerven auf ein Übereinstimmen zwischen Vibilia und Rhabdosoma. Wie dort, so sendet auch hier, im Gegen-

satz zu Phronima und Lanceola, außer dem abdominalen Nervenstrang auch der thorakale seitliche Zweige aus. Diese entspringen etwa in der Mitte zu beiden Seiten der Kommissur und steigen leicht nach aufwärts durch die mächtige Blutlakune, die, wie wir sehen werden, das ganze periphere Nervensystem umschließt, zu der Muskulatur. Dieses primäre Verhalten darf man wohl bei Rhabdosoma mit auf die langgestreckte Gestalt des Tieres und dem daraus resultierenden großen Zwischenraum zwischen je zwei Ganglien setzen.

Durch Gestalt und Größe von den übrigen ausgezeichnet ist auch bei Rhabdosoma das Unterschlundganglion (Textfig. 47). Die beiden kräftigen Schlundkommissurstränge, die von ihrem Austritt aus dem Gehirn an parallel in der Längsrichtung des Körpers verlaufen, biegen kurz hinter dem Ösophagus in fast R nach oben, und verschmelzen alsbald, um das zwischen Ösophagus und Anfangsdarm liegende Unterschlundganglion zu bilden. Dieses



Textfig. 47. Rhabdosoma. Unterschlundganglion.

Textfig. 48. Rhabdosoma. Unterschlundganglion.

weist im Sagittalschnitt eine nierenförmige Gestalt auf, wobei es sich allerdings nach dem kaudalen Ende zu etwas verjüngt (Textfig. 47). Vertikalschnitte lassen erkennen, daß der dem Kopf zu gelegene Teil des Schlundganglions einen fast rechteckigen Querschnitt besitzt (Textfig. 48), wogegen sein hinteres Ende oval geformt ist. Die seitliche Verschmelzung ist also bei Rhabdosoma — und das gilt auch für die übrigen Thorakal- und Abdominalganglien — eine vollständige. Anders auf Sagittalschnitten. Hier kann man, allerdings weniger durch die äußere Gestalt als vielmehr durch die Verteilung des gangliösen Rindenbelages, leicht feststellen, daß eine Reihe von Thorakalganglien mit dem Unterschlundganglion verschmolzen sind. Um ihre Zahl genauer zu bestimmen, ist es am besten, die Anzahl der vom unteren Schlundganglion abzweigenden Seitennerven zu zählen. Da lassen sich nun im ganzen deren drei Paare nachweisen, und zwar entspringen

sie in etwa gleichen Entfernungen voneinander, nämlich am Anfang, in der Mitte und am Ende des Ganglions. Das erste und dritte Paar zeichnen sich als besonders kräftige Nervenstränge aus, wogegen das zweite Paar äußerst schwach ist. Das erste Paar entspringt gleich nach Vereinigung der Schlundkommissuren merkwürdigerweise der Dorsalseite des Ganglions und verläuft, wie Textfig. 48 zeigt, etwa im Winkel von 45° nach oben an die kräftigen Muskeln. Die beiden anderen Paare nehmen ihren Ursprung an der Seite des Ganglions, und zwar läuft das zweite Paar rechtwinklig vom Ganglion weg, während das letzte Nervenpaar in kaudaler und dorsaler Richtung verstreicht. Wir können demnach annehmen, daß zwei Doppelganglien mit dem Unterschlundganglion verschmolzen sind.

Besonders anffallend sind zwei, auf einem Vertikalschnitt in Textfig. 48 dargestellte, ganz riesige, im Rindenbelag der Ventralseite gelegene Zellen, welche allem Anschein nach unipolar sind und die übrigen Rindenbelagszellen um etwa das zehnfache an Größe übertreffen. Es finden sich im ganzen Unterschlundganglion nur zwei derartig enorm entwickelte Riesenzellen, deren einziger Nervenfortsatz ins Innere des Ganglions verläuft und dann in kaudaler Richtung umzubiegen scheint.

Da der feinere Bau des Unterschlundganglions sich in nichts Wesentlichem von dem der übrigen Ganglien unterscheidet, soll er nicht besonders beschrieben werden. Erwähnt mag nur sein, daß die mit den Schlundkommissuren in das untere Schlundganglion eintretenden Fibrillenzüge beinahe ausnahmslos oder doch in ihrer überwältigenden Mehrheit das Ganglion direkt durchziehen, um in die Bauchkommissur einzustrahlen. Einige Fibrillen biegen in die abzweigenden Seitennerven ein, während sich ein anderer Teil bis zwischen die, namentlich Ventral- und Seitenflächen, aber auch die Dorsalseite bedeckenden Rindenbelagszellen verfolgen läßt. Andere Fibrillenzüge — so besonders in den tiefer gelegenen Partien des Ganglions — durchsetzen das Schlundganglion senkrecht zu seiner Längsachse in horizontaler Richtung, die Nervenverbindungsstränge der einstigen Doppelganglien repräsentierend.

Betrachten wir nun einmal genauer eines der Bauchganglien, dessen histologischer Bau, wie gesagt, nicht sehr von dem des Unterschlundganglions abweicht, so wird uns sogleich auffallen, daß hier nicht nur wie bei Phronima, Lanceola und, mit Einschränkung, auch bei Vibilia die Ventral- und Seitenflächen mit

gangliösem Rindenbelag bedeckt sind, sondern auch die Dorsalseite, teilweise sogar in mehreren Schichten, davon überlagert ist. Allerdings ist auch bei Rhabdosoma der Belag der Ventralseite wesentlich stärker. Wie bei den bereits beschriebenen Formen, so sehen wir auch bei Rhabdosoma da, wo Nervenbahnen abzweigen — mögen es nun Längskommissuren oder Seitennerven sein — die Belagszellen besonders gehäuft. Dabei muß gleich bemerkt werden, daß die Seitennerven nicht wie bei den beiden Hyperiden seitlich den Ganglien entspringen, sondern sehr weit ventralwärts verlagert sind. Was Anordnung und Verteilung der — bei Rhabdosoma übrigens sehr wenigen — Rindenzellen anbelangt, so gilt für sie dasselbe wie für Vibilia, Es sind vor allen Dingen die Bauchfläche und die Nervenmündungen, bzw. Ursprungsstellen, an den wir den Riesenzellen begegnen. Diese erreichen bei Rhabdosoma längst nicht die Größe wie bei Vibilia oder gar Lanceola. Auch was die Fasersubstanz der Ganglien betrifft, kann ich mich kurz fassen, da hier die Verhältnisse eine Rekapitulation der bei Lanceola beschriebenen darstellen, nur daß bei Rabdosoma die Querkommissuren zwischen den ja bereits vollkommen verschmolzenen Hälften des Doppelganglions ganz gering ausgebildet sind. Der weitaus größte Teil der Fibrillen der Längskommissur tritt glatt durch den das Zentrum des Ganglions erfüllenden Kern von „Punktsubstanz", um auf der kaudalen Seite wieder in die Kommissur einzustrahlen.

### 5. Oxycephalus.

Die Zahl der Thorakalganglien ist hier um eins geringer und beträgt demgemäß nur vier, während wir die gleiche Zahl von Abdominalganglien, also drei, antreffen. Die Entfernung der Ganglien voneinander ist ziemlich konstant; nur das Unterschlundganglion und das erste Thorakalganglion liegen etwas näher aneinander. Im Querschnitt weisen die Ganglien — abgesehen vom infraösophagealen Ganglion — eine ovale bis runde Gestalt auf. Besonders die Abdominalganglien zeichnen sich durch ihren kreisrunden Querschnitt aus. Trotzdem läßt die Verteilung des gangliösen Rindenbelages erkennen, daß diese runden Gebilde ein Verschmelzungsprodukt nebeneinander gelegener Doppelganglien sind. Die Rindenzellen dringen nämlich von oben und unten in den zentralen Teil des Ganglions ein, die Fibrillärsubstanz halbierend, so daß die Hälften nur noch in der Mitte kommunizieren.

Wie bei Rhabdosoma, so sind auch bei Oxycephalus die beiden Kommissuren zu einem einzigen Strang verschmolzen, der gleichfalls fast frei ist von Rindenzellen, und dessen Fasersubstanz bis direkt an die umgebende Bindegewebshülle reicht. Diese umschließt, insonderheit die Ganglien, so lose, daß sie oft weit von diesen absteht. Ein kleiner Unterschied zwischen dem Nervenstrang von Oxycephalus gegenüber dem von Rhabdosoma ist das Fehlen der Bindegewebslamelle, die, wie bei Vibilia, die verschmolzene Kommissur bei Rhabdosoma ihrer Länge nach — wenigstens unvollkommen — spaltet. Bei Oxycephalus konnte ich sie nicht mit Bestimmtheit nachweisen; vielleicht daß sie an den Ein- und Austrittsstellen des Nervenstranges in, bzw. aus den Ganglien, ganz schwach angedeutet sind. Demgemäß finden sich natürlich die kleinen Bindegewebskerne ungleich seltener als bei Rhabdosoma. Daß nicht nur die Abdominalkommissur, sondern auch die Thorakalkommissur seitliche Nerven an die Muskulatur entsendet, ist für Oxycephalus ja allbekannt und wird auch bereits von Claus erwähnt. Diese Seitennerven entspringen etwas unter der Mitte der Kommissur und verlaufen anfangs genau horizontal, um dann etwas emporzusteigen.

Die geringe Anzahl von Bauchganglien zwingt naturgemäß zu dem Schluß, daß Verschmelzungen von Nervenzentren in größerem Maßstabe stattgefunden haben müssen. Und in der Tat können wir für Oxycephalus aus der Zahl der von den einzelnen Ganglien abzweigenden Nervenstämme nachweisen, daß solche Verschmelzungsprodukte nicht nur das Unterschlundganglion und das dritte Hinterleibsganglion sind, sondern auch das letzte Thorakalganglion mit einem zweiten verschmolzen ist.

Unterschlundganglion: Die Schlundkommissuren biegen, wie bei Rhabdosoma, kurz vor dem Ganglion steil nach oben, um zwischen dem Ösophagus und den beiden sogenannten „Leberschläuchen“ miteinander zu verschmelzen. An seinem rostralen Ende ist das Schlundganglion auf der Dorsalseite stark eingebuchtet, doch gleicht sich die Einkerbung schon nach kurzer Zeit wieder aus. Die vorderen Partien sind auf Vertikalschnitten im Gegensatz zu Rhabdosoma triangelförmig gestaltet, und zwar so, daß die etwas längere Seite nach oben gerichtet ist. Im weiteren Verlauf runden sich die Ecken immer mehr ab, bis schließlich eine ovale Form erreicht wird. Nach hinten zu verjüngt sich das Ganglion ganz allmählich, um schließlich in die Kommissur überzugehen. Als sicherstes Mittel, die Zahl der mit dem Unter-

schlundganglion verschmolzenen Ganglien festzustellen, wollen wir wieder die Anzahl der abzweigenden Seitennerven betrachten, denn die äußere Gestalt des Schlundganglions läßt bei Oxycephalus keine diesbezüglichen Schlüsse zu. Wir können in etwa gleichen Abständen drei Paare von Seitennerven nachweisen. Davon entspringen die beiden ersten — ein Analogon zum ersten Seitennervenpaar des Schlundganglions bei Rhabdosoma — der Dorsalseite, und zwar den oberen Ecken des Ganglions. Das dritte Nervenpaar, welches aus einem Teile des Unterschlundganglions hervorgeht, wo dieses bereits einen ovalen Querschnitt hat, nimmt seinen Ursprung, wie die Seitennerven der Thorakalganglien, aus den Seitenflächen. Sämtliche drei Nervenpaare des infraösophagealen Ganglions dienen zur Innervierung der Rumpf- respektiv Beimuskulatur, denn die zu den Kiefern führenden Nerven entstammen ja, wie wir sahen, auch bei Oxycephalus der Schlundkommissur. Wir kommen also zu dem Schluß, daß mit dem Unterschlundganglion von Oxycephalus zwei Doppelganglien, das erste und zweite Thorakalganglion, verwachsen sind.

Das vierte Thorakalganglion unterscheidet sich durch seine bedeutende Größe von den übrigen Bauchganglien. Vertikalschnitte zeigen uns, daß es vier Seitennerven entsendet, also ein zweites Ganglion mit ihm verwachsen ist. Vollkommen ist diese Verschmelzung des sechsten und siebenten Thorakalganglions allerdings nicht. Vielmehr läßt sich zwischen beiden eine leichte Einschnürung konstatieren. Nächst dem Unterschlundganglion wohl das mächtigste ist das dritte Abdominalganglion, welches, wenn wir mit Gerstäcker annehmen, daß ursprünglich vier Ganglien auf das Abdomen kommen, gleichfalls aus zwei Ganglien besteht. Derselbe Forscher hat festgestellt, daß aus dem dritten Hinterleibsganglion von Oxycephalus nicht weniger als 10 Nerven entspringen, denen die Aufgabe zufällt, die vier letzten Segmente des Postabdomens zu innervieren.

Die Histologie der Ganglien bietet uns, gegenüber Rhabdosoma, nur wenig Neues. Die einstige Zweiteilung der nunmehr verschmolzenen Hälften des Doppelganglions, die bei Rhabdosoma durch das teilweise Vorhandensein der Bindegewebslamelle angedeutet wurde, läßt sich bei Öxycephalus aus der bereits erwähnten Anordnung der Rindenbelagszellen ersehen. Diese beschränken sich übrigens, und darin stehen sie im Gegensatz zu ihrer Verteilung bei Rhabdosoma, auf die ventrale und die seitlichen Flächen der Ganglien. Die Dorsalseite lassen sie vollständig frei, und

selbst die Seitenflächen sind nur spärlich von ihnen besetzt. In größerer Anzahl finden sie sich, wie von vornherein anzunehmen, an den Ursprungsstellen der Nerven und am Ein- und Austritt der Längskommissur. Ebenda finden wir auch die sogenannten „Riesenzellen", deren mächtigste ich übrigens im unteren Schlundganglion an der Austrittsstelle des ersten Nervenpaares feststellen konnte. Wie bei Rhabdosoma, so entspringen auch bei Oxycephalus die Seitennerven sehr weit ventral, von der Bauchseite gerechnet etwa im ersten Viertel des Ganglions. Ein Unterschied zwischen den Ganglien der beiden Oxycephaliden findet sich dagegen in der Anordnung der Fasersubstanz. Hier treten bei Oxycephalus die „ausgeprägten Züge von Nervenfibrillen" auf Kosten der „Marksubstanzlager" ganz bedeutend hervor. Vor allen Dingen finden wir auch wieder die seitlichen Querkommissuren, die Verbindungsbänder der beiden Ganglienhälften, stärker hervortretend und Bänder bildend, dessen mächtigstes sehr weit dorsal gelegen ist. Der größte Teil der Nervenfibrillen der Längskommissur tritt auch bei Oxycephalus direkt durch das Ganglion hindurch; nur ein kleiner Teil verschlingt sich in den Lagern der Punktsubstanz.

# VI. Sinnesorgane.

## A. Statische Organe.

### 1. Allgemeines.

Zu den wichtigsten und zugleich interessantesten Sinnesorganen unserer Tiere gehören die Gleichgewichtsorgane oder statischen Organe. Solche Organe sind unter den Amphipoden bisher nur für die Oxycephaliden (Oxycephalus und Rhabdosoma) und Tanaiden bekannt. Bei letzteren sind sie nach F. Müller wie bei den Dekapoden in den oberen Fühlern untergebracht. Dagegen sehen wir sie bei den Oxycephaliden, wie Claus in seiner Abhandlung über die Platysceliden vermerkt, nach der Basis der oberen Fühler hingerückt. Schließlich sei noch einer Notiz Erwähnung getan, die sich in der Arbeit Strauss' über „das Gammaridenauge" findet. Er gedenkt da bei der Art Ampelisca eines „für Gammariden speziell neuen Sinnesorganes. Dieses Organ besteht aus einem kräftigen, der Dorsalfläche des Gehirns entspringenden Nerven, der sich im Bogen nach dem kurzen Rostrum des Kopfes begibt, um dort in einem blasenförmigen

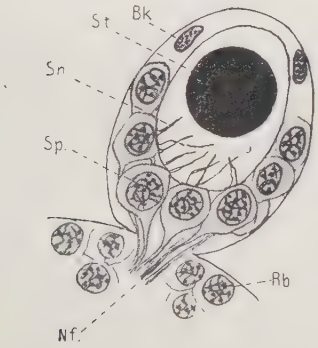
Organ von eigenartiger Beschaffenheit zu enden. In ihrem Aufbau erinnern die geschilderten Organe völlig an die von Claus für eine Reihe von Platysceliden beschriebenen „Gehörorgane". Diese Gehörorgane stellen ein bindegewebiges Bläschen vor, das einen auf einem Ganglienpolster ruhenden, stark färbbaren Otolith umschließt . . .".

### 2. Lanceola und Vibilia.

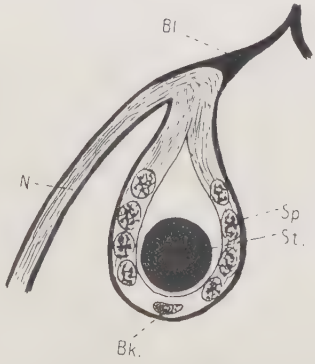
Die statischen Organe, die wir bei Lanceola, Vibilia und den beiden Oxycephaliden antreffen, weichen wohl in ihrer Lage und zum Teil auch etwas in ihrem äußeren Bau voneinander ab, sind aber doch samt und sonders nach dem gleichen Konstruktionsprinzip aufgebaut. Darum hat auch das im folgenden von Lanceola Berichtete mit einigen Einschränkungen Gültigkeit sowohl für Vibilia als auch für Rhabdosoma und Oxycephalus. Wie die Textfig. 5 und 13 zeigen, liegen die beiden statischen Organe bei Lanceola seitlich am dorsalen Ende des Gehirns, schon unter schwacher Lupenvergrößerung als zwei kleine Bläschen erkenntlich. Genau dieselbe Lage haben sie bei Vibilia. Bei stärkerer Vergrößerung zeigen die Bläschen eine ovale Gestalt, bei Vibilia scheinen sie etwas mehr kugelig zu sein. Den bei weitem größten Teil des Organs nimmt bei Lanceola ein mächtiges Sinnespolster ein, das, wie die Textfig. 49 zeigt, seine größte Stärke auf der dem Gehirn zugekehrten Seite besitzt und einen ovalen Hohlraum zu etwa vier Fünftel umgibt. Dieses Sinnespolster besteht aus zirka acht Sinneszellen, deren Kerne die gleiche Größe und Struktur aufweisen wie die Rindenbelagszellkerne des Gehirns. Außer den Sinneszellen finden wir nun noch in jedem der beiden statischen Organe zwei kleinere, intensiv sich färbende Kerne, die wir als Bindegewebskerne ansprechen müssen. Sie liegen zu beiden Seiten des Organs am Ende des Sinnespolsters und gehören Zellen an, welche die bindegewebigen Partien des statischen Organs darstellen. Auf der dem ovalen Hohlraum zugekehrten Seite des Sinnespolsters ließen sich bei stärkster Vergrößerung Gebilde konstatieren, die man bei Vibilia und — mit größerer Sicherheit — bei Lanceola als Sinneshärchen ansprechen konnte. Sie liegen auf der nach dem Hirn zu gelegenen Seite und den seitlichen Partien, fehlen dagegen vollkommen der dorsalen Fläche. Etwa den vierten Teil des Hohlraumes nimmt ein Statolith in Anspruch, der sich mit Hämalaun tiefblau färbt und meist kugelig gestaltet ist. In einem einzigen Falle war seine Oberfläche maul-

beerartig mit Erhebungen versehen. Der Hohlraum des statischen Organs liegt etwas exzentrisch, vom Gehirn weg. An seiner dorsalen Seite wird der Hohlraum des statischen Organs nur von einer Bindegewebsscheide begrenzt. Über die Innervierung des Organs lassen sich für beide Hyperiden nur unvollkommene Angaben machen. Wo das statische Organ der Oberfläche des Gehirns aufsitzt, treten die Rindenbelagszellen etwas zurück, um Nervenfibrillen hindurchtreten zu lassen. Diese sieht man deutlich in den ventralen Teil des Gleichgewichtsorgans eintreten und sich verteilen. Auf guten Präparaten kann man sogar beobachten, wie die einzelnen Nervenfäden in die Sinneszellen einstrahlen (Textfig. 49). In den meisten Fällen laufen zwei Nervenstränge dicht nebeneinander in das statische Organ.

Über den Verlauf der Nervenfibrillen im Gehirn und ihre Ursprungsstelle ließ sich für Lanceola und Vibilia nichts Sicheres




Textfig. 49. Lanceola Cl. Statisches Organ.




Textfig. 50. Rhabdosoma. Statisches Organ.

ermitteln. Die Fibrillen lassen sich ein Stück weit in das Gehirn verfolgen und scheinen, zum Teil wenigstens, aus der Mündungsgegend der Schlundkommissur zu stammen.

### 3. Rhabdosoma und Oxycephalus.

Genauere Angaben, namentlich auch über die Innervierung vermag ich über die statischen Organe von Rhabdosoma zu machen. Diese liegen als paarige Organe dicht nebeneinander unter dem Integument des Kopfes und sind mit dem Gehirn durch zwei äußerst kräftige Nervenstränge verbunden. Ihre äußere Gestalt weicht beträchtlich von der mehr oder minder kugeligen des Gleichgewichtsorgans der beiden vorher genannten Hyperiden ab.

Wir konstatieren bei Rhabdosoma eine langgezogene, birnenförmige Gestalt, dabei sind die Organe so orientiert, daß die Spitze der Dorsalseite zugekehrt ist (Textfig. 50).

Über den Bau des Organs seien folgende, zum Teil schon bekannte Angaben gemacht: Das ganze statische Organ ist von einer Bindegewebshülle umgeben, die übrigens auch das zuleitende Nervenpaar umkleidet und somit als „direkte Fortsetzung der Gehirnscheide" betrachtet werden muß. Diese Bindegewebsscheide, und mit ihr natürlich das ganze Organ, ist am Scheideldach vermittels eines fadenförmigen Ausläufers der ersteren inseriert. Unter der Bindegewebsscheide des Organs liegt eine kernreiche Schicht, welche den birnenförmigen Hohlraum seitlich und auf seiner Ventralfläche umschließt. Da die Kerne dieser Schicht in jeder Beziehung den Rindenbelagskernen des Gehirns entsprechen, haben wir es unzweifelhaft mit Kernen und Zellen nervöser Natur zu tun, mit anderen Worten, die unter der Bindegewebsscheide liegende Schicht repräsentiert das Sinnespolster. In dieses kann man die Fibrillen des kräftigen Nerven einstrahlen sehen. Der Hohlraum des Gleichgewichtsorgans wird bei Rhabdosoma von einem ganz gewaltigen, tiefblau sich färbenden Statolithen von Kugelgestalt zum weitaus größten Teil erfüllt. Unter diesem Statolithen, also auf der ventralen Seite des Organs, fällt uns in der Zellwandung ein kleiner sehr dunkel färbbarer Kern auf, der als Bindegewebskern anzusprechen ist und den erwähnten beiden kleinen Kernen im statischen Organe von Lanceola und Vibilia entspricht (Textfig. 50 *BK*).

Das ganze Organ ist bei Rhabdosoma, vermutlich um ihm größeren Halt zu geben, in ein eigentümlich weitmaschiges Gewebe, anscheinend Bindegewebe, eingebettet. Der Nerv, welcher Gehirn und statisches Organ verbindet, verläuft etwas schräg, und zwar von seiner Ursprungsstelle aus in kaudal-rostraler Richtung; kurz vor seinem Eintritt in das Sinnespolster knickt er plötzlich ganz scharf nach Innen um. Er entspringt der Ventralseite des Gehirns, nicht weit von der Stelle, wo dieses in die beiden Schlundkommissuren ausläuft. Hier sehen wir, wie eine größere Anzahl — für Oxycephalus hat man 20 festgestellt — von Nervenfibrillen zusammenlaufen und in den Nerv einstrahlen. Sie lassen sich durch die zahlreichen Rindenbelagszellen, die wir an der Ursprungsstelle des Nerven im Gehirn finden, hindurch in den fibrillären Teil des Hirns verfolgen und machen die schon für die Hyperiden gehegte Vermutung sehr wahrscheinlich, daß

wenigstens ein Teil von ihnen aus Fibrillen der Schlundkommissur besteht. Der Nerv, der an der Außenseite des Gehirns aufwärts läuft und diesem direkt anliegt, ist bereits von seiner Ursprungsstelle an von der erwähnten Bindegewebshülle umgeben. Da wo er das Hirn an dessen Dorsalseite verläßt, schwillt er beträchtlich an, um alsbald wieder seine normale Stärke anzunehmen. An dieser verstärkten Stelle finden sich eine größere Anzahl von Bindegewebskernen, die wir auch sonst, weniger zahlreich, in der Bindegewebsscheide antreffen.

Was nun schließlich das Gleichgewichtsorgan von Oxycephalus anbetrifft, so kann ich mich kurz fassen. Seine Lage ist bereits beschrieben worden, seine Gestalt ist wie bei Vibilia fast kugelrund; auffallend ist die umgebende Bindegewebshülle, die auf der rostralen Seite zu einem langen, fadenförmigen Gebilde ausgezogen ist. Die Nerven, welche bei Oxycephalus das statische Organ zu versorgen haben, entstammen gleichfalls der Ventralfläche des Gehirns. Schon bei starker Vergrößerung mit der binokulären Lupe lassen sich die beiden großen Otholithenbläschen erkennen, deren Statolith nicht ganz die bei Rhabdosoma konstatierte Größe erreicht.

## B. Augen.

### 1. Allgemeines.

Wenn man die verschiedenen Gruppen der Amphipoden hinsichtlich ihrer Sehorgane miteinander vergleicht, so wird man überrascht durch die Mannigfaltigkeit in Bau, Größe und Anordnung der Elemente. Von den gewaltigen, fast den ganzen Kopf für sich in Anspruch nehmenden Augen des Oxycephalus Thaumatops, Phronima usw. bis zu den rudimentären Sehorganen von Lanceola finden wir alle Abstufungen; dazu kommen die Verschiedenheiten in der Anordnung: bei Bruzelia ein „unregelmäßiger, weißer Sehfleck", bei Phronima vier wohlausgebildete, kompliziert gebaute Augen, und als Zwischenstufen Formen wie Vibilia mit ihren zwei mittelgroßen Augen und Rhabdosoma mit seinem Paar von weniger scharf gesonderten Doppelaugen. Wir finden also einerseits das Vermögen vor, in Anpassung an die Lebensweise neue, komplizierte Augenformen zu bilden, andererseits die Tendenz der Rückbildung. Diese letztere zeigt sich beispielsweise bei Lanceola.

Es kann nun nicht meine Aufgabe sein, eine eingehende Beschreibung der einzelnen Elemente des Auges — morphologisch und histologisch — zu geben; das würde zu weit führen. Vielmehr werde ich mich darauf beschränken müssen, die Beziehungen zwischen Sehorganen und Nervensystemen zu betrachten.

Jedoch wird es sich empfehlen, wenigstens einen kurzen Überblick über den Aufbau des Amphipodenauges vorauszuschicken. Ich berufe mich hierbei wieder auf die Ergebnisse, die der bereits mehrfach zitierte Strauss in seinem Werke „Das Gammaridenauge" niedergelegt hat. Ein typisches Gammaridenauge setzt sich, von der Peripherie nach dem Zentrum zu fortschreitend nach Strauss aus folgenden Elementen zusammen:

1. die unfacettierte Cuticula;
2. die einschichtige Hypodermis;
3. die Schicht der Kristallkegel, die von einem Kelch von Pigmentzellen eingehüllt sind. Diese erscheinen als direkte Fortsetzung der
4. Retinulae. Diese aus fünf Sehzellen bestehend, lassen drei Abschnitte erkennen:
   a) den „Augenkeil", der aus den verschmolzenen distalen Enden der Sehzellen besteht und das Rhabdom enthält;
   b) die zu „Fadenabschnitten" verjüngten, jetzt getrennten Sehzellen;
   c) die „Kernschicht der Sehzellen;
5. Füllmasse mit Füllzellkernen, die wir zwischen den Retinulae antreffen;
6. Augenkapsel oder Grenzmembran, die das ganze Auge umhüllt.

### 2. Lanceola und Vibilia.

Bei Lanceola Clausi finden wir das aus nur wenigen Einzelaugen bestehende, der Kristallkegel entbehrende [10]) Sehorgan als kleinen, schwarzen Fleck unterhalb der Antennae superiores in

10) Bei anderen Lanceola-Arten (z. B. L. Sayana) finden sich typisch ausgebildete, kurze Kristallkegel; bei der nahverwandten Gattung Scypholanceola andererseits fehlen diese Organe nicht nur, sondern ist die Retina in ein lichtreflektierendes Organ umgewandelt, das von Reflektoren umgeben ist. Wir finden also innerhalb der Lanceoliden eine sehr auffällige Mannigfaltigkeit im Bau der Augen. Ich verweise auf die Abbildungen bei Woltereck (l. c.) Taf. VIII.

den sogenannten „Kopfecken." Während wir bei den meisten Formen, so auch bei den Oxycephaliden und Vibilia ein Anschwellen des Nervus opticus zu einem Ganglion opticum konstatieren können, vermissen wir bei Lanceola Clausi ein abgesetztes Augenganglion, augenscheinlich im Zusammenhang mit der Rückbildung des Auges. Wir finden hier einen, im Verhältnis zu den Antennennerven ziemlich schwächlichen Nervenstrang, der direkt unterhalb des die ersten Antennen innervierenden Nerven entspringt (Textfig. 5 und 11). An seiner Ursprungsstelle finden wir eine größere Anhäufung der Rindenbelagszellen, wogegen die kleineren, reich granulierten Kerne fehlen, die Claus für das Augenganglion von Phronima festgestellt hat, und die auch ich bei Vibilia, Rhabdosoma und Oxycephalus vorfand. Der Augennerv verläuft bei dieser Lanceola-Art in einem Winkel von etwa 45° steil nach oben dem Auge zu, ohne in seinem Verlauf auch nur die geringste Anschwellung zu zeigen. Die Zahl der einzelnen Fazettenglieder mag sich auf etwa 10—15 belaufen, wenigstens ergab sich ungefähr diese Zahl aus der Anzahl der Sehzellen. Über die Ursprungsstelle des Augennerven bei Lanceola habe ich bereits bei der Beschreibung des zentralen Nervensystems berichtet. Nähere Details über das Verhältnis der Augen zum Gehirn können auch hier wegen der mangelhaften Erhaltung des Lanceola-Materials nicht gegeben werden.

Wesentlich günstiger liegen die Tatsachen für Vibilia: Frontalschnitte zeigen hier deutlich, daß ein eigentlicher Nervus opticus vollständig fehlt. An derselben Stelle, wo dieser bei Lanceola abzweigt, sehen wir das Vibilidenhirn sich stark vorwölben und ein verhältnismäßig gewaltiges Ganglion bilden. Dieses sitzt somit dem Gehirn direkt auf und ist nicht, wie etwa bei Phronima, durch einen kurzen Nervus opticus von ihm abgesetzt (Textfig. 16). Das Ganglion opticum bei Vibilia ist nicht vollkommen rund, sondern zeigt eine größere Anschwellung in seinem ventralen Teil.

Wie Claus für Phronima und Strauss für das Gammaridenauge nachgewiesen haben, bilden auch bei Vibilia die Nervenfibrillen des Gehirns bei ihrem Eintritt in das optische Ganglion ein Chiasma. Verhältnismäßig nicht groß gegenüber seinen Ganglion ist das eigentliche Auge, welches die gleiche Lage wie bei Lanceola aufweist, aber doch schon ohne Vergrößerung sehr gut als bräunlich-schwarzer Fleck zu erkennen ist. Die Sehzellen zeichnen sich durch ihre außerordentlich starke, bräunliche Pigmentierung aus, welche direkt hinter den kugeligen Kristallkegeln am

dichtesten ist. Jedem Einzelauge gehören fünf Sehzellen an, wie Vertikalschnitte (Textfig. 51) durch die demgemäß auch fünfteiligen Rhabdomeren dartun. Die Einzelaugen, deren etwa 35—45 auf das ganze Auge kommen, liegen äußerst dicht nebeneinander; zwischen ihnen finden wir nur hin und wieder die Kerne der sogenannten „Füllzellen". Wir würden also für Vibilia, was die Anordnung der Elemente des Auges betrifft, ein ähnliches Bild haben, wie es Strauss für Orchomenopsis Rossi entworfen hat: Den runden Kristallkegel umgeben fünf (bei Orchomenopsis Rossi vier) reichlich pigmentierte Sehzellen, die in ihrem weiteren Verlauf je ein fünf-(vier-) teiliges Rhabdomer umschließen und kurz vor ihrem Übertritt in das Ganglion opticum einen Sehzellkern aufweisen. Allerdings sind die Sehzellen bei Vibilia ganz wesentlich kürzer als die von Orchomenpsis Rossi.

Textfig. 51. Vibilia. Sehzellen im Querschnitt.

### 3. Rhabdosoma.

Weitaus komplizierter als bei Vibilia sind die Augen der Oxycephaliden gestaltet, insonderheit die von Rhabdosoma. Die Kompliziertheit wird dadurch bedingt, daß wir bei Rhabdosoma Doppelaugen antreffen, welche den Bau des optischen Ganglions wesentlich beeinflussen. Die Augen sind bei Rhabdosoma mächtig entwickelt und nehmen fast die ganze Kopfanschwellung ein. Auf der Dorsalseite stoßen sie vollständig zusammen, und auch auf der Ventralseite sind sie lediglich durch die lange Rinne, welche zur Aufnahme der zweiten Antennen bei den ♂♂ dient, getrennt. Jedes der beiden, je eine Seite der Kopfanschwellung in Anspruch nehmenden Augen, besteht aus einem kleineren und einem größeren Abschnitt (Textfig. 8). Der kleinere Teil liegt nach dem Munde zu und zieht sich auf der Ventralseite unter der größeren Hälfte entlang. Der mehr rostral gelegene, größere Teil des Doppelauges bedeckt die seitliche und die dorsale Fläche der Kopfanschwellung. Dabei schließen sich aber die beiden Teile des Auges so vollkommen aneinander, daß man eigentlich nur auf Schnitten den tatsächlichen Bau erkennen kann.

Soweit nun die Augenganglien in Frage kommen, haben wir sie schon bei der Besprechung des zentralen Nervensystems kennen gelernt (Textfig. 41). Sie liegen als lang ausgezogene Komplexe

vor den beiden Hirnhemisphären dicht nebeneinander; dabei sind sie ein klein wenig tiefer, d. h. mehr ventral gelagert als das Gehirn selbst. Schon im Bau und in der Anordnung der auch bei Rhabdosoma reichlich mit gelbbraunem Pigment ausgestatteten, die Rhabdomeren einschließenden Sehzellen, erkennen wir, daß das Auge zweigeteilt ist. Hierbei sei gleich bemerkt, daß dem Rhabdosoma-Einzelauge nicht fünf Sehzellen zukommen, wie dem Auge von Vibilia, sondern nur deren vier, wie Frontralschnitte (Textfig. 52) erkennen lassen. Die Sehzellen können wir bei Rhabdosoma in zwei Gruppen sondern. Beide stellen langausgezogene, leicht gebogene Komplexe dar, deren Lage die Textfig. 41 zeigt. Wir sehen da, daß die eine Gruppe von Sehzellen — und das ist diejenige, welche dem kleineren Teil des Doppelauges zugehört — dicht neben den beiden Augenganglien, an deren Längsseite, liegt; die andere, etwas größere Gruppe, welche auch dem größeren Teil des Doppelauges zukommt, liegt vor dem Ganglienpaar und wird von dessen rostralem Ende aus innerviert. Nur ganz lose hängen die beiden Sehzellengruppen miteinander zusammen. Wie eine kurze Serie von Vertikalschnitten (Textfig. 53 bis 55) zeigt, liegen die beiden Gruppen nicht in einer Ebene;

Textfig. 52. Rhabdosoma. Sehzellen im Querschnitt.

Textfig. 53. Textfig. 54. Textfig. 55.

Textfig. 53—55. Rhabdosoma. Augen.

vielmehr nimmt der Sehzellenkomplex für den größeren Teil des Auges eine mehr dorsale Lage gegenüber dem tiefer liegenden Komplex des kleineren Teils des Doppelauges ein. Dies wird leicht verständlich, wenn wir bedenken, daß das kleinere Auge besonders die Ventralseite der Kopfanschwellung in Anspruch nimmt, das größere Auge aber namentlich die Seiten und die Rückenfläche des Kopfes bedeckt. Die Textfig. 8 zeigt einen Sagittalschnitt durch ein schematisches Auge, Textfig. 41 das Bild, welches uns einen Blick von oben zeigt, ebenfalls etwas schematisiert.

Im Zusammenhang mit dem eigentümlichen Bau des Auges sind die „Nervenstäbe", um mit Claus zu sprechen, sehr verschieden lang. Gleich denen bei Phronima schwellen auch die Nervenstäbe von Rhabdosoma an der das Kristallkegelende aufnehmenden Seite an. Über die Verbindung der beiden Paare von Sehzellgruppen mit dem optischen Ganglion gilt folgendes:

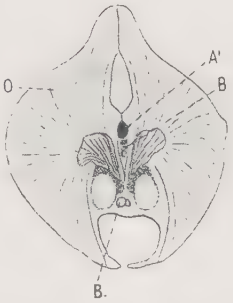
Betrachten wir zunächst den kleineren Komplex, der längs der Ganglien gelegen ist: Wir sehen da, wie der Vertikalseite, insonderheit der rostral gelegenen Ganglienhälfte, starke Nervenbänder entspringen, die steil nach oben verlaufen (Textfig. 37). An der Ursprungsstelle der Nervenfibrillen sind die Rindenbelagszellen sehr gehäuft. Unterhalb der sogenannten Membrana fenestrata, an der proximalen Grenze des Auges sind die länglich gestalteten und reichlich granulierten Kerne der Sehzellen in stattlicher Anzahl gelegen. Von hier aus erstrecken sich die Sehzellen fächerartig nach allen Richtungen, namentlich aber nach vorn.

Ein wenig komplizierter ist die Art und Weise, wie das Augenganglion mit dem vorderen, größeren Auge in Verbindung steht. Wir beobachten, wie ebenfalls der Ventralfläche des Ganglion opticum, und zwar seinen vordersten, am weitesten rostral gelegenen Ende gewaltige, bandförmige Züge von Nervenfibrillen entspringen, welche direkt nach vorn — in der Längsrichtung des Kopfes — ziehen. An ihrer Ursprungsstelle (Textfig. 41) finden wir die übliche Anhäufung gangliöser Rindenzellen, die ja fast stets auftritt, wo Nervenstämme abzweigen. Wie bereits erwähnt wurde, liegen die Sehzellengruppen für das vordere Augenpaar etwas mehr dorsal; die Nervenfibrillen, die sehr weit ventral entspringen, ziehen also unter, nicht neben den vorderen Sehzellgruppen hin. Sie biegen sodann ziemlich steil nach oben an die gefensterte Membran heran, um sich zu verbreitern und, je vier zusammen, die Retinulae zu bilden, deren äußerster Teil die vierteiligen Rhabdome umschließt. Vor der Membrana fenestrata liegen wieder in ziemlicher Menge die Sehzellkerne. Hinzugefügt sei noch, daß von dem fünften Rhabdomer auch nicht ein Rudiment festzustellen war.

### 4. Oxycephalus.

Schließlich haben wir nun noch die wesentlich einfacheren Verhältnisse des Oxycephalusauges zu betrachten: Weniger kompliziert gebaut ist das Auge schon insofern, als es ein einfaches, kein Doppelauge ist. Seine Gestalt ist oval, etwas rundlicher als

das Auge von Rhabdosoma. Wenn das Sehorgan auch bei Oxycephalus eine ziemliche Größe erreicht, ist es doch bei weitem nicht so groß wie das Rhabdosoma-Auge. Das macht sich schon bei oberflächlicher Beobachtung bemerkbar: Bei Rhabdosoma wurde fast die ganze Kopfanschwellung vom Auge bedeckt, bei Oxycephalus dagegen nur die seitlichen Partien; die Dorsalseite ist frei davon. Hier stoßen die Augen nicht zusammen wie bei Rhabdosoma. Auch auf die Ventralseite, die bei Oxycephalus ebenfalls zur Aufnahme der bei den ♂♂ fünfgliedrigen, zusammenlegbaren, zweiten Antennen eine tiefe Rinne aufweist, erstreckt sich das Auge nicht. Ebenso wie die Oberflächenausdehnung des Oxycephalus-Auges kleiner als die des Rhabdosoma-Auges, ist auch das Volumen entsprechend geringer.




Textfig. 56. Vertikalschnitt durch den Kopf von Rhabdosoma.

Wenn wir die Textfig. 56 mit der Textfig. 36 vergleichen, so fällt uns auf, daß bei Rhabdosoma beinahe der ganze Innenraum der Kopfanschwellung vom Auge in Anspruch genommen wird. Nur verhältnismäßig wenig Platz bleibt für bindegewebige und nervöse Elemente übrig. Anders dagegen bei Oxycephalus: Hier wird der weitaus größte Teil des Kopfinnern von mächtig ausgebildeten Bluträumen erfüllt, und das Auge mehr auf den peripheren Teil der Kopfanschwellung beschränkt.

Wie in der äußeren Gestalt, so machen sich auch im histologischen Aufbau keine Unterschiede bemerkbar. Vor allen Dingen die Nervenfibrillen, welche das Auge versorgen, entspringen nicht den ventralen Partien der optischen Ganglien, sondern nehmen ihren Ursprung in der Hauptsache aus deren dorsalen, ein Teil aus den seitlichen Flächen. Sie sind nur sehr kurz und zeigen direkt vor der gefensterten Membran eine leichte Anschwellung, welche den Kern der Sehzelle enthält. Die Sehzellen liegen dicht gedrängt nebeneinander, und zeichnen sich durch ihre auffallend langgestreckte Gestalt vor den Rindenbelagszellen des Gehirns aus. Zwischen den Sehzellen, welche, abweichend von Rhabdosoma, in der normalen Fünfzahl je ein Rhabdom, bestehend aus fünf Rhabdomeren, umgeben, weisen zahlreiche, mittelgroße Kerne auf das Vorhandensein von Füllzellen hin.

Schließlich muß noch darauf aufmerksam gemacht werden, daß wir in den Sehzellen des Oxycephalusauges eine sehr viel weniger intensive Pigmentierung antreffen, wie bei Rhabdosoma.

## VII. Blutgefäßsystem.

### 1. Allgemeines.

Bevor ich auf Einzelheiten eingehe, möchte ich einen kurzen Überblick über die Entwicklung unserer Kenntnisse vom Blutgefäßsystem der Amphipoden überhaupt geben. Der erste, welcher sich eingehend damit beschäftigt hat, ist Zenker (1832). Er beschrieb den langgestreckten, dorsalen Herzschlauch und die Blutlakunen des Amphipodenkörpers. Nach ihm waren es Fritz Müller, G. O. Sars und Wrzesniowski, die sich besonders mit diesem Kapitel beschäftigten. — Was wir speziell über das Blutgefäßsystem der Hyperinen wissen, verdanken wir fast ausschließlich Claus. Soweit diese Clausschen Befunde allgemeines Interesse für die von mir zu bearbeitenden Formen besitzen, seien sie deshalb in Kürze angeführt.

Ähnlich wie bei den Isopoden lassen sich auch bei den Amphipoden, speziell bei den Hyperiden zwei, resp. drei Arterienpaare nachweisen, die im dritten und vierten, resp. fünften Segment gelegen sind. Sie entspringen dicht unterhalb der entsprechenden seitlichen Spaltöffnungen an der ventralen Herzwand. Das Herz erstreckt sich fast stets vom Anfang des ersten bis etwa zur Mitte des sechsten Brustsegmentes. Die beiden Aorten können durch Taschenklappen verschlossen werden.

Was die Histologie des Herzens betrifft, so fand ich bei meinen Objekten das bekannte Verhalten. Das Herz ist auf seiner Innenseite mit Bindegewebe ausgekleidet, das an seinen langgestreckten Kernen leicht zu erkennen ist. Darum liegt eine Schicht von Muskelfasern und auf dieser endlich wieder eine strukturlose, sehr zarte Hülle, an der sich die zum Aufhängen dienenden Bindegewebsstränge inserieren.

### 2. Vibilia.

Betrachten wir nun zunächst das Blutgefäßsystem von Vibilia. (Über Lanceola ins Einzelne gehende Angaben zu machen bin ich aus den mehrfach erwähnten Gründen nicht imstande.)

Das Herz von Vibilia stellt einen zylindrischen Schlauch dar, der sich vom Anfang des ersten Segmentes bis fast ans Ende

des sechsten hinzieht, ohne sein Lumen zu verringern. Dorsal ist er mittels eines kurzen Bandes straff inseriert. Auch an den Segmentgrenzen finden wir keine wesentlichen Veränderungen des Herzlumens.

Das Herz setzt sich nach vorn in eine Aorta anterior und nach hinten in eine sehr rudimentäre Aorta posterior fort. Außerdem nehmen drei Paare von Arterien ihren Ursprung aus dem Vibilia-Herzen, und zwar im dritten, vierten und fünften Segment. Die Zahl der Ostienpaare, durch welche das von den Atmungsorganen zurückkehrende Blut in das Herz eintritt, beträgt bei Vibilia nur zwei, während das Normale drei Paare sind. Allerdings wird sogar mitunter die Zahl der Ostia venosa auf ein einziges Paar reduziert. Die Ostien aufzufinden ist äußerst mühsam; und es ist leicht verständlich, daß frühere Forscher sich täuschten und ungenauere Feststellungen machten. So gaben zum Beispiel Frey und Leuckart für das Herz von Gammarus sieben Paare von Ostien an und G. O. Sars sechs Paare von Spaltöffnungen. Fritz Müller setzte dann für das Gammaridenherz die Zahl der Ostienpaare auf drei fest, die im zweiten, dritten und vierten Brustsegment gelegen sind. Mir gelang es am sichersten an Frontalschnitten ihr Vorhandensein festzustellen. Die Herzwand ist an den betreffenden Stellen unterbrochen und man sieht die beiden Klappen jedes Ostiums als dünne Häutchen in das Innere des Herzens hineinragen. So kann man mit Sicherheit feststellen, daß bei Vibilia zwei Ostienpaare vorhanden sind, die im dritten und vierten Thorakalsegment liegen.

Bei dieser Gelegenheit soll eine Mitteilung von Béla Dézso [11]) aus dem Jahre 1878 nicht unerwähnt bleiben. Er glaubt einen Zusammenhang der Kreislaufs- und respiratorischen Organe gefunden zu haben und behauptet folgendes: „Über diesen Zusammenhang lieferten meine Forschungen an der k. k. zoologischen Station in Triest folgende Endresultate: . . . 3. Bei Crustaceen, die ihre Kiemen unter der Thorakalschale beherbergen, kommen am Herzen so viele Paare von Spalten vor, wie viele Paare von Kiemen sich unter der Thorakalschale vorfinden.“ Daß diese, ohne jede Erläuterung und Begründung gegebene Mitteilung abzulehnen ist, geht aus der folgenden kleinen Zusammenstellung hervor:

11) „Über den Zusammenhang des Kreislaufs und respiratorischen Organe bei den Arthropoden.“ Zoolog. Anz., Bd. I, 1878.

| | Zahl der Kiemenpaare | Zahl der Ostienpaare |
|---|---|---|
| Gammarus . . . . | 6 | 3 |
| Orchestia . . . . | 5 | 3 |
| Vibilia . . . . . | 6 | 2 |
| Hyperia . . . . | 5 | 2 |
| Phronimopsis . . . | 5 | 3 |
| Paraphronima . . . | 4 | 2 |
| Scina . . . . . | 4 | 3 |
| Platysceliden . . . | 4 | 2 |

Wie mit den sechs Arterien, so tritt der Herzschlauch auch mit den beiden, arterielles Blut führenden Gefäßstämmen, der Aorta anterior und posterior, durch Ostien, die man als Ostia arteriosa bezeichnet, in Verbindung. Diese können gleichfalls durch Klappenvorrichtungen geschlossen werden. Während nur bei Laemodipoden und Gammarinen jede dieser arteriellen Ostien unpaar auftritt, hat Claus für Phronima nachgewiesen, daß jeder Aorta zwei Ostia arteriosa zukommen. Das gleiche Verhalten hat er für alle Hyperinen vermutet. Ich bin in der Lage, die Richtigkeit dieser Vermutung für Vibilia zu bestätigen. Nach Gerstaecker „scheint dieses mehr primitive Verhalten auf eine morphologische Gleichwertigkeit der arteriellen und venösen Ostien hinzuweisen und zu der Annahme zu berechtigen, daß auch unpaare arterielle Ostien nur durch eine mediane Verschmelzung terminal gelegener, venöser entstanden sind".

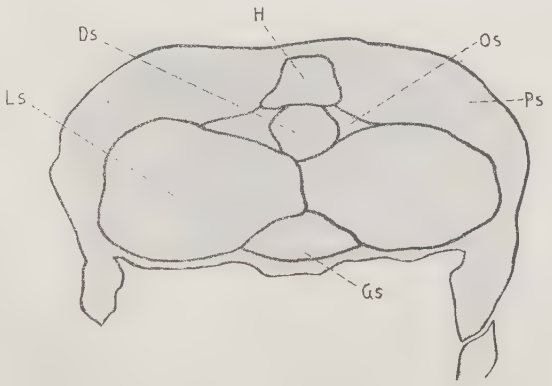
Was den Verlauf der beiden Aorten bei Vibilia anbelangt, so ist wenig über die Aorta posterior zu berichten. Sie ist außerordentlich kurz und teilt sich gleich hinter dem Herzen in zwei Äste, die ventralwärts verstreichen, dann aber, blind endend, unvermittelt aufhören. Die Aorta anterior biegt gleichfalls ein wenig der Ventralseite zu und verläuft dann dicht über dem Ösophagus in den Kopfbereich der Vibilia. Hier kann man sie in der Mitte über den beiden Hirnhemisphären bis sehr weit nach vorn verfolgen; plötzlich weitet sie sich, besonders in dorsoventraler Richtung bedeutend aus und nimmt den ganzen Raum zwischen Hirn und Scheiteldach für sich in Anspruch, eine mächtige Blutlakune bildend, in welche die vordere Arterie einmündet.

Einen ähnlichen Verlauf nehmen auch die drei Paare von Arterien, die sich an dem Darmrohr, Ovar und den Leberschläuchen ausbreiten und schließlich in zarte Bindegewebslamellen auslaufen, welche Blut führende Hohlräume umschließen. Derartiger, durch

feine Septen getrennter, aber stellenweise miteinander kommunizierender, Blut enthaltender Hohlräume können wir mehrere beobachten: Der Perikardialsinus (*Ps*), der, wie sein Name besagt, das Herz (*H*) umschließt, zwei Sinus, welche die beiden Leberschläuche umgeben (*Ls*) und zuletzt je einen kleinen um Darm (*Ds*), beide Ovarien (*Os*) und Ganglienkette (*Gs*) (Textfig. 57).

Claus bemerkt über diese, im Gegensatz zu den Lakunen wohl begrenzten Hohlräume, die er Periviszeralkanäle nennt: „Nicht in wandungslosen Lakunen der Leibeshöhle, sondern in wohlbegrenzten Kanälen, in welche die Leibeshöhle durch Bindegewebshäute geschieden wird, vollzieht sich der regelmäßige Kreislauf des Blutes, welches durch Löcher der bindegewebigen Scheidewände aus dem einen Kanalbezirk in den anderen an bestimmten Stellen übergeführt wird."

Auf Grund meiner Befunde würde sich also für Vibilia folgender Kreislauf ergeben: Durch Kontraktion der muskulösen Herzwand wird das durch die zwei Paare venöser Ostien einströmende Blut teils in die Aorta anterior, teils in die sechs Arterien gepreßt. Erstere leitet die Blutflüssigkeit in den Kopf, wo sie schließlich in den Sinus des Kopfes, der mit den Bluträumen des Körpers in der angegebenen Weise in Verbindung steht, mündet; die sechs Arterien führen das Blut, sich reich ramifizierend, an die Organe des Rumpfes, um schließlich in den verschiedenen Sinus zu enden. Von diesen gelangt die Blutflüssigkeit durch Venen an die Respirationsorgane, wo sie neu mit Sauerstoff versorgt wird, um dann bei der Diastole des Herzens nach dem Perikardialsinus, der zu den Extremitäten an der Peripherie des Körpers entlang auslaufende Äste entsendet (Textfig. 57), und von da durch die Ostien ins Herz zu gelangen. Die Aorta posterior dürfte bei Vibilia für den Kreislauf kaum noch irgendwelche Bedeutung haben.




Textfig. 57. Vibilia arm. Schnitt durch die Blutlakunen des Rumpfes (schem.).

Weitaus komplizierter ist das Blutgefäßsystem der Oxycephaliden gebaut. Und zwar besonders kompliziert durch die Verzweigungen der Aorta anterior.

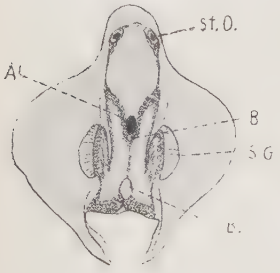
### 3. Rhabdosoma.

Trotz der langgestreckten Gestalt der Rhabdosomen, die wir zuerst besprechen wollen, ist deren Herz doch verhältnismäßig kürzer als z. B. das der Hyperinen. Es ist nach vorn zu verkürzt: die Aorta anterior beginnt bereits im zweiten Segment; kaudal reicht der Herzschlauch gleichfalls bis ins sechste Thorakalsegment hinein. Bei Rhabdosoma, wie überhaupt bei den Platysceliden finden wir ebenfalls nur zwei Ostia venosa vor, die im dritten und vierten Mittelleibssegment gelegen sind. Das dritte Paar, welches dem zweiten Thorakalsegment zukäme, vermissen wir hier. Die Zahl der vom Herzen abgehenden Arterien beträgt wie bei Vibilia drei: sie entspringen wie dort im dritten, vierten und fünften Segment. Da das Herz in jedem Segment durch ein Bindegewebsband am Integument fixiert ist, gewinnt die Dorsalfläche des Herzens eine gebuchtete Gestalt, indem stets an den Stellen, wo das Bindegewebsband ansetzt, die Wand des Herzens etwas emporgezogen wird. Die Form des schlauchförmigen, zentralen Blutgefäßes ist zylindrisch, im Querschnitt erscheint sie seitlich ein wenig komprimiert.

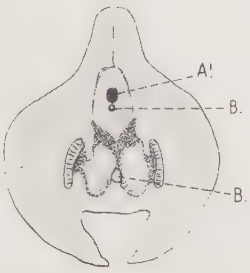
Die Aorta posterior ist im Gegensatz zu der von Vibilia außerordentlich lang; sie läßt sich bis weit in das Abdomen hinein verfolgen, bis sie endlich im Bauchsinus ausmündet. Gleich nach ihrem Austritt aus dem Herzen verringert sich ihr Lumen ganz beträchtlich und nimmt dann allmählich immer mehr ab, so daß sie an der Mündungsstelle stark verengt erscheint. Anders dagegen die Aorta anterior. Wie die Querschnittsserie durch den vorderen Teil eines Rhabdosoma (Textfig. 58—65) und die Rekonstruktion der Schlinge, welche die Aorta anterior zu Beginn der Kopfanschwellung bildet (Textfig. 66), zeigt, biegt sich das Blutgefäß nach seinem Austritt aus dem Herzen etwas ventralwärts, um dann direkt nach vorn zu verlaufen. Dabei zweigt ein Ast zwischen Mund und Hirn ab, der kaudal nach unten verstreicht, um im Bauchsinus zu münden. Bald nach dieser Abzweigung teilt sich die Aorta, läuft in einem Winkel von fast 90° nach unten, wo sie wieder rückwärts biegt, verschmilzt und als starkes Gefäß gleichfalls dem Bauchsinus zustrebt. Inzwischen aber hat sich von den beiden umbiegenden Ästen, wie die Text-

figur 66 zeigt, je ein Zweig abgegliedert. Beide Zweige verwachsen miteinander und ziehen vereint mitten zwischen den beiden Hirnhemisphären, die sich über und unter ihnen schließen, hindurch, wobei sich von ihnen noch ein kleiner, dorsal aufsteigender Gefäßstamm absondert. Dieser zieht anfangs dicht unter dem Antennen-

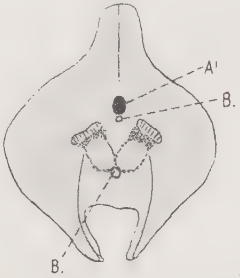
Textfig. 58.



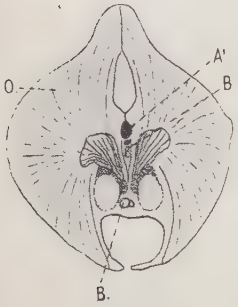

Textfig. 59.



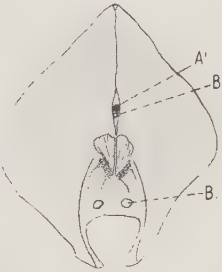

Textfig. 60.



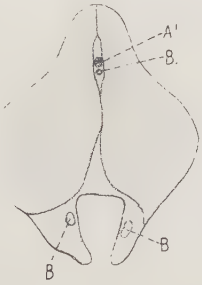

Textfig. 61.



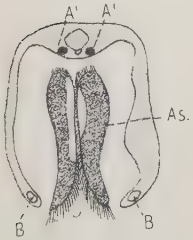

Textfig. 62.




Textfig. 63.




Textfig. 64.



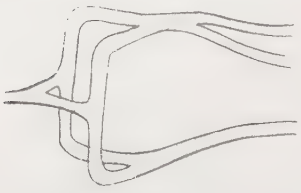

Textfig. 65.

Textfig. 58—65. Rhabdosoma. Vertikalschnitte durch den Kopf.

nerven, später zwischen dessen beiden Ästen der Spitze des Rostrums zu, wo er in der, den ganzen Kopf erfüllenden Lakune endet. Der Hauptstamm der Aorta biegt vor dem Hirn schräg nach unten und teilt sich alsbald in zwei Äste. Auch diese ziehen an der Außenseite des Rostrums dessen Spitze zu, wo sie eben-

falls in die Lakune münden. Wir treffen somit im vorderen Teil des Rostrums drei Äste der Aorta anterior an.

Diesem überaus komplizierten und merkwürdigen Verhalten der vorderen Aorta gegenüber läßt sich über den Verlauf der drei Arterienpaare nichts Neues berichten. Sie verzweigen sich reichlich, und die einzelnen Gefäßstämme legen sich an die Leberschläuche und den Darm an, um zuletzt in die große Bauchlakune einzustrahlen. Hierbei glaube ich insofern einen Unterschied von den Verhältnissen bei Vibilia gefunden zu haben, als ich bei Rhabdosoma nirgends die durch besondere Septen getrennten Sinus um Darm, Nervenstrang und Leberschläuche habe finden können. Außer dem mächtigen Perikardialsinus, der das Herz und weiterhin die Aorten umgibt, habe ich stets nur eine einzige, gewaltige Bauchlakune, ohne eigene Wandungen, entdecken können, die mit der den ganzen Kopf erfüllenden Kopflakune, in welcher die drei Äste der Aorta anterior enden, in direkter Verbindung steht.



Textfig. 66. Rhabdosoma. Blutgefäßschlinge.

### 4. Oxycephalus.

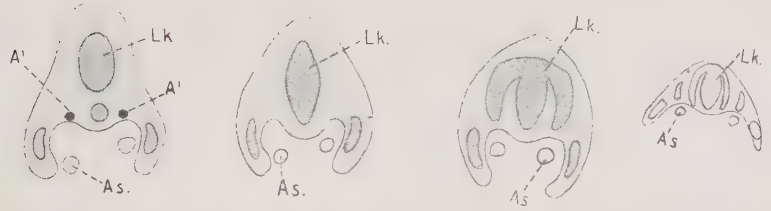
Noch eigentümlicher als bei Rhabdosoma ist das Blutgefäßsystem, speziell die Kopfaorta, bei Oxycephalus. Doch ehe wir diese betrachten, mögen erst einige Bemerkungen über die Anordnung des Herzens folgen:

Wie bei Rhabdosoma, so reicht auch bei Oxycephalus das Herz nach vorn nur bis zum zweiten Segment, wo bereits die Aorta anterior ansetzt. Nach hinten zu erstreckt es sich ebenfalls bis ins sechste Thorakalsegment. Auch was die Zahl der Ostien und Arterien anbetrifft, finden wir beim Oxycephalus-Herzen die gleichen Verhältnisse wie bei Rhabdosoma: Zwei Paare von Ostienspalten im dritten und vierten Mittelleibssegment lassen das Blut ins Herz zurücktreten, während drei Arterienpaare, die im dritten, vierten und fünften Brustsegment abzweigen, die Blutflüssigkeit dem Körper zuführen. In Form und Aufbau weicht der Herzschlauch nicht von dem der Rhabdosomen ab, doch zeichnet er sich vor diesen durch seine besonders kräftig entwickelte Wandungen aus, wie überhaupt alle Organe im Oxycephalus-Körper kräftiger und gedrungener gebaut sind als in dem länger gestreckten Körper von Rhabdosoma. Im Gegensatz zu der überaus

langen Aorta posterior, die wir bei Rhabdosoma sich weit ins Abdomen erstrecken sahen, vermissen wir bei Oxycephalus eine hintere Aorta überhaupt vollständig. Das Herz endet am kaudalen Ende blind. An seinem letzten Ausläufer inseriert ein Bindegewebsstrang, der dorsal ans Integument herantritt.

Die Aorta anterior dagegen zeichnet sich ähnlich, wie bei Rhabdosoma durch ihren eigentümlich komplizierten Bau innerhalb des Kopfbereiches aus. Im zweiten Thorakalsegment verengt sich das Herzlumen ziemlich schnell, um in die vordere Aorta überzugehen. Diese verläuft anfangs dicht über dem Darmtraktus und gabelt sich in zwei Äste, welche zu beiden Seiten des Hirns, dessen Bindegewebsscheide eng anliegend, verstreichen (Textfiguren 33, 34) und endlich von der Dorsalseite her zwischen die beiden Hemisphären eindringen. Zwischen diesen verlaufen sie eine Strecke weit getrennt, bis sie sich schließlich zu einem Gefäß vereinigen. Kurz vor dem Hirn senden sie einen Ast ab, der

Textfig. 67. Textfig. 68. Textfig. 69. Textfig. 70.



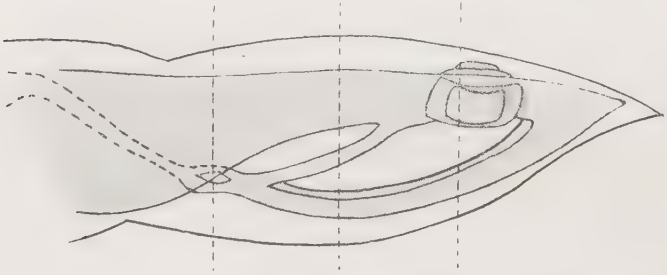

Textfig. 67—70. Vertikalschnitte durch das Rostrum von Oxycephalus.

ein wenig aufsteigt, während sich das Hauptgefäß wieder teilt und ventralwärts wendet. Hier verlaufen nun die beiden Gefäße rechts und links von der zur Aufnahme der zweiten Antennen dienenden Rinne nach vorn (Textfig. 67). Wir haben also in diesem Stadium, genau wie bei Rhabdosoma, drei Äste der Aorta anterior, welche alle drei in den eigenartig angelegten Blutsinus des Kopfes einströmen. Dieser, der mit dem Bauchsinus in Verbindung steht, stellt anfangs — über den beiden Augenganglien — einen in dorsoventraler Richtung langausgezogenen Schlauch dar, dessen Querschnitt nach dem Rostrum zu ovale Gestalt annimmt. Er nimmt zuerst den unpaaren Ast der Aorta anterior auf (Textfigur 68, 69). Weiter vorn spalten sich von dem Kopfsinus zweimal je zwei Bluträume ab, so daß wir zuletzt mit den zwei, ebenfalls in Sinus ausgelaufenen, paarigen Ästen der Aorta nicht weniger

als fünf, später sogar sieben nebeneinander liegende Bluträume haben, wie in Textfig. 69, 70 dargestellt ist. Textfig. 71 stellt eine Rekonstruktion der Verzweigungen der Aorta anterior im Kopf von Oxycephalus dar.

Gegenüber diesem eigenartigen Verhältnissen ist das Blutgefäßsystem im Rumpf auch bei Oxycephalus wieder ziemlich einfach. Im großen und ganzen gilt auch hier das von Rhabdosoma Gesagte. Wir sehen die drei Arterienpaare sich reich ver-

Textfig. 35. Textfig. 68. Textfig. 71.



Textfig. 71. Ocycephalus. Bluträume des Kopfes.

zweigen und ihre Äste an die Leberschläuche und den Darm sich anschmiegen. Desgleichen vermissen wir die fest umgrenzten Blutsinus, wie wir sie bei Vibilia fanden. Außer dem Perikardialsinus, der auch das Oxycephalen-Herz umschließt, konnte ich, wie für Rhabdosoma, nur eine einzige ungeteilte Blutlakune konstatieren, in welcher die Organe eingebettet sind. Diese Bauchlakune steht, wie schon angedeutet, in direkter Verbindung mit dem Blutraum des Kopfes.

Leipzig, Februar 1913.

## VIII. Literaturverzeichnis.

1859. Bruzelius, „Beitrag zur Kenntnis des inneren Baues der Amphipoden“ (übers. von Creplin). Archiv f. Naturgeschichte, Bd. XXV.

1889. Chun, „Bericht über eine nach den Kanarischen Inseln im Winter 1887/88 ausgeführten Reise.“ Sitzungsber. der Königl. preuß. Akademie der Wiss. zu Berlin.

1889. Ders., „Über die Amphipoden-Familie der Scinidae.“ Zool. Anz., Bd. XII.

1889. Ders., „Das Männchen der Phronima sed. nebst Bemerkungen über die Phronima-Arten.“ Atlantis, Zoologica.

1863. Claus, „Bemerkungen üb. Phronima sed. Forsk. u. elongata nov. spec.“ Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XII.

1872. Ders., „Untersuchungen über den Bau und die Verwandtschaft der Hyperiden.“ Nachr. v. d. Königl. Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen.
Ders., „Zur Naturgeschichte der Phronima sed. Forsk.“ Zeitschr. f. wiss. Zoolog., Bd. XXII.

1878. Ders., „Über das Herz und Gefäßsystem der Hyperiden.“ Zool. Anz., Bd. I.

1879. Ders., „Der Organismus der Phronimiden.“ Arb. a. d. zool. Inst. Wien, Bd. II.

1879. Ders., Die Gattungen und Arten der Platyceliden.“ Arb. a. d. zool. Inst. Wien, Bd. II.

1887. Ders., „Die Platyceliden“, Wien.

1881. Delage, „Contribution à l'étude de l'appareil circulatoir des crustacés édriophthalmes marins.“ Arch. Zool. Exper. et Gen., Vol. IX., Paris.

1878. Dézso, „Über den Zusammenhang des Kreislaufs und respiratorischen Organe bei den Arthropoden.“ Zool. Anz., Bd. I.

1870. Dohrn, „Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Arthropoden.“ Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. IX.

1775. Forskål, „Descriptiones animalium in itinere orientali observ.; Hanniae (Cancer sedentarius).“

1847. Frey u. Leuckart, „Beiträge zur Kenntnis der wirbellosen Tiere; Amphipoden.“ Braunschweig.

1896. Garbowsky, „Hyperienartige Amphipoden des Mittelmeeres.“ Berichte der Kommission für Tiefseeforschung, Bd. XX: Zool. Ergebn., Bd. IX, S. M. S. „Pola“ 90/94. Wien.
1896. Ders., „Phyletische Deutung der Lithobiusformen.“ Zool. Jahrbücher, Spengel, Bd. IX, System. Abt. Jena.
1896. Gerstaecker, „Isopoda. Amphipoda.“ Bronn, „Klassen des Tierreichs“, Bd. V, 2.
1898. Holmgreen, Zum Aufsatze W. Schreibefs: Noch ein Wort über das peripherische sensible Nervensystem bei den Crustaceen.“ Anat. Anz., Bd. XIV.
1902. Korschelt u. Heider, „Vergl. Entwicklungsgesch. der wirbellosen Tiere.“ Jena.
1803. Latreille, „Histoire naturelle des crustacés.“ Bd. III.
1855. Leydig, „Zum feineren Bau der Arthropoden.“ Archiv für Anatomie u. Physiologie. Berlin.
1864. Ders., „Vom Bau des tierischen Körpers.“ Handb. d. vergl. Anat. Tübingen.
1878. Ders., „Über Amphipoden und Isopoden.“ Zeitschr. f. wiss. Zool., Suppl.-Bd. XXX.
1879. Ders., „Über Amphipoden: anatom. u. zool. Bemerkungen.“ Zeitschr. f. wiss. Zool., Suppl.-Bd. XXX.
1827. Milne Edwards et V. Audouin, „Recherches anatomiques et physiologiques sur la circulation dans les Crustacés.“ Ann. des sc. nat., 1re série, t. XI, 2e partie; Anatomie. Crustacés, Isopodes.
1840. Ders., „Histoire naturelle des crustacés.“ Bd. III. Paris.
1909. Minkiewicz. „Bulletin de l'institut océanographique.“ Monaco.
1864. Fr. Müller, „Für Darwin.“ Leipzig.
1897. Nusbaum u. Schreiber, „Beitrag zur Kenntnis des peripherischen Nervensystems bei den Crustaceen.“ Biolog. Zentralbl., Bd. XVII, Nr. 17.
1861. Pagenstecher, „Phronima sed.; ein Beitrag zur Anatomie und Physiologie dieses Krebses.“ Archiv f. Naturgeschichte, Bd. I.
1816. Risso, „Histoire des crustacés des environs de Nice.“ Paris.
1898. Schreiber, „Noch ein Wort über das peripherische Nervensystem bei den Crustaceen.“ Anat. Anz., Bd. XIV.
1863/68. Spence, Bate and Westwood, „History of the British Sessile Eyed Crustacea.“ Bd. I u. II.
1906. Stebbing, „Amphipoden I.“ Berlin. („Das Tierreich“ von E. Schulze, 21. Lief.).
1909. Strauss, „Das Gammaridenauge.“ Wiss. Ergebn. d. D. T.-E. 1898/99, Bd. XXII.
1878/79. Streets Thomas H., „Pelagic Amphipoda. Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia.“ Philadelphia.
1888. Thomson and Murray, „Report on the Scientific Results of the Exploring Voyage of H. M. S. »Challenger« 1873/76. »Amphipoda«“ Zoology, Vol. XXIX, 1, 2.

1900. Vester, „Beiträge zur Kenntnis der Gattung Phronimopsis.“
1901. Vosseler, „Die Amphipoden der Planktonexpedition; Hyperiden.“
1903. Woltereck, „Bemerk. zu den Amph. Hyperiidea der D. T.-E.“ Zool. Anz., Bd. XXVI.
1904. Ders., „Zweite Mitteilung über die Hyperiidea der D. T.-E.“ Zool. Anz., Bd. XXVII.
1904. Ders., „Dritte Mitteilung über die Hyperiidea der D. T.-E.“ Zool. Anz., Bd. XXVII.
1904. Ders., „Erste Notiz über die Amphipoden der D. Sp.-E.“ Zool. Anz., Bd. XXVII.
1905. Ders., „Vierte Mitteilung über die Hyperiidea der D. T.-E.“ Zool. Anz., Bd. XXIX.
1906. Ders., „Fünfte Mitteilung über die Hyperiidea der D. T.-E.“ Zool. Anz., Bd. XXX.
1906. Ders., „Weitere Mitteilungen über die Hyperiidea der Valdivia- u. Gauß-Expedition.“ Zool. Anz., Bd. XXX.
1909. Ders., „Bulletin of the Museum of Comparative Zoology; XVIII. Amphipoda.“ Cambridge.
1876. Wrzesniowski, „Protokolle der Sitzungen der Sektion für Zoologie und vergleichende Anatomie der V. Versammlung russischer Naturforscher und Ärzte in Warschau, Sept. 1876.“ Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXVIII.
1879. Ders., „Vorläufige Mitteilungen über einige Amphipoden.“ Zool. Anz., Bd. II.
1832. Zenker, „De gammari pulicis historia naturali atque sanguinis circuitu commentatio.“ Jena.

## IX. Erklärung der Figuren.

*A.'* Nerv zu den ersten Antennen.
*A.''* Nerv zu den zweiten Antennen.
*As.* vordere Antenne.
*B.* Blutgefäße.
*Bk.* Bindegewebskern.
*Bl.* Bindegewebsligament.
*D.* Darm.
*Go.* Ganglion opticum.
*H.* Herz.
*L.* Blutlakune.
*Lk.* Blutlakune des Kopfes.
*Ls.* Leberschlauch.
*m. Ps.* Lager molekularer Punktsubstanz.
*N.* Nerv, welcher der Schlundkommissur entspringt.
*Nf.* Nervenfibrillen.
*O.* Augen.
*O.'* Größere Augenhälfte.
*O.''* Kleinere Augenhälfte.
*Oes.* Ösophagus.
*O. N.* Augennerv.
*Ov.* Ovar.
*Rb.* Rindenbelagszelle d. Hirns.
*Rz.* Riesenzellen.
*S.* Speicheldrüse.
*S. G.'* Sehzellgruppe der *O.'*
*S. G.''* Sehzellgruppe der *O.''*
*Sh.* Sinneshärchen.
*Sp.* Zelle a. d. Sinnespolster.
*St.* Statolith.
*st. O.* Statisches Organ.
*T.* Hoden.



Druck von Ant. Kämpfe in Jena.

# Vita.

Ich, Robert Hermann Schmalz, evangelisch-lutherischer Konfession, bin geboren am 15. Oktober 1888 zu Dresden-Plauen im Königreich Sachsen als Sohn des Eisenbahnsekretärs Hermann Schmalz und dessen Ehefrau Marie, geb. Richter. Zuerst besuchte ich die Schule meines Geburtsortes, von Ostern 1899 ab das Gymnasium Wettinianum zu Dresden, welches ich Ostern 1908 mit dem Reifezeugnis verließ. Ich widmete mich an der Universität Leipzig dem Studium der Naturwissenschaften, wo ich besonders im zoologischen Institut unter Leitung der Herren Prof. Dr. Chun und Prof. Dr. Woltereck arbeitete.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren: Barth, Chun, Correns, Credner, Hantzsch, Heinze, Hempelmann, Jungmann, Lehmann, Liebmann, Miehe, Ostwald, Pfeffer, Reinisch, Rinne, Sieglbauer, Simroth, Steche, zur Strassen, Volkelt, Wagner, Wiener, Woltereck, Wundt. Allen den genannten Herren möchte ich meinen ergebensten Dank für die genossenen Belehrungen und Anregungen aussprechen.